

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-177449

(43)Date of publication of application : 30.06.1998

(51)Int.Cl.

G06F 3/03

G06F 3/03

(21)Application number : 09-299648

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 17.10.1997

(72)Inventor : NUMAZAKI SHUNICHI

DOI MIWAKO

MORISHITA AKIRA

UMEKI NAOKO

MIURA HIROKI

(30)Priority

Priority number : 08275949

Priority date : 18.10.1996

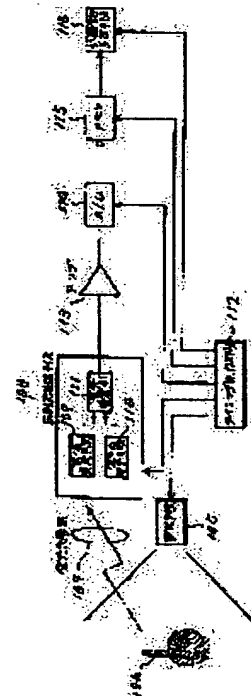
Priority country : JP

## (54) INFORMATION INPUT DEVICE, INFORMATION INPUT METHOD, CORRECTED DATA GENERATING DEVICE AND SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily input gesture and motion without fitting a special device by separating and detecting reflecting light by means of an optical object from external light and detecting a reflecting light image by means of the optical object.

**SOLUTION:** Light emitted from a light emitting means 105 is reflected by an object body 106 so as to form an image on the light receiving surface of a reflecting light extracting means 108. A timing control means 112 controls operation timings where the light emitting means 105 emits light when a first light receiving means 109 receives light and the light emitting means 105 does not emit light when the second light receiving means 110 receives light. The first light receiving means 1 receives reflecting light from the light emitting means 105 by the optical object 106, sunlight except it and external light such as illumination light, etc. The second light receiving means 110 only receives external light. A difference arithmetic part 111 outputs the difference of the images which are received by the light receiving means 109 and 110. Stored data is read from a memory 115 and processed in a feature information generating means 116.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

特開平10-177449

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 F 3/03

識別記号

3 8 0

3 4 5

F I

G 0 6 F 3/03

3 8 0 K

3 4 5 D

審査請求 未請求 請求項の数40 F D (全 58 頁)

(21) 出願番号 特願平9-299648

(22) 出願日 平成9年(1997)10月17日

(31) 優先権主張番号 特願平8-275949

(32) 優先日 平8(1996)10月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 沼崎 俊一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 土井 美和子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 森下 明

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 外川 英明

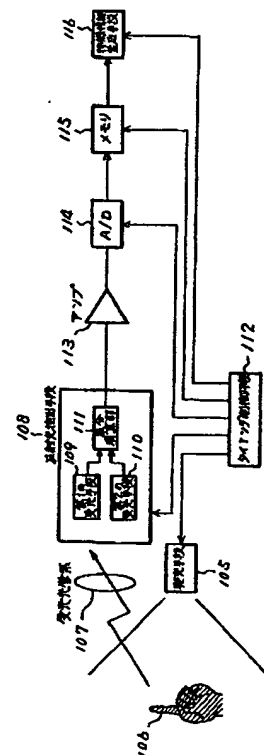
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報入力装置及び情報入力方法及び補正データ生成装置及び固体撮像装置

## (57) 【要約】

【課題】 特殊な装置を装着することなく、簡易にジェスチャや動きを入力をおこなう、特に、3次元空間でのポインティングや視点の変更を容易に行う。また、ユーザのジェスチャや動きをそのまま使って、アニメーションのキャラクタなどに自然な動きをつけるなどの直接的な操作を行う。さらに、特定のキャラクタだけを切り出したり、キャラクタの奥行き情報を容易に入力できるようにする。

【解決手段】 反射光あるいは輻射光による入力より物体画像を抽出し、抽出された反射光画像の形状を解釈し、解釈した形状を指示に変換する。また、キャラクタを背景画像から切り出すために、特定の画像を分解し、得られた分解情報をもとに、特定手段分を抽出する。さらに、抽出された画像および背景を記憶し、前記反射光画像記憶手段に記憶された反射光画像の配置位置を指定し、記憶された背景に対し指定された配置位置に、記憶された反射光画像を配置し合成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段を有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項2】前記反射光抽出手段は、前記発光手段が発光している時と発光していない時に得られた複数の外光を分離して、前記発光手段から発された光の物体による反射光画像を抽出することを特徴とする請求項1記載の装置情報入力装置。

【請求項3】前記反射光抽出手段は、前記発光手段が発光している時と発光していない時に得られた複数の外光の検出情報の差分を反射光画像として抽出することを特徴とする請求項2記載の装置情報入力装置。

【請求項4】前記発光手段は、不可視光を発光することを特徴とする請求項1記載の情報入力装置。

【請求項5】前記反射光抽出手段は、入力する光に対応して電荷を生成する少なくとも1つの光電変換手段と、この光電変換手段によって生成された電荷を蓄積する少なくとも2つの電荷蓄積手段と、前記光電変換手段で発生した電荷をいずれかの電荷蓄積手段に導くかを選択し、タイミング信号生成手段からの信号と同期して動作するゲートを有することを特徴とする請求項1記載の情報入力装置。

【請求項6】前記反射光抽出手段は、特定の範囲の波長光を通過させる、あるいは、ある波長以上の光を遮断する、あるいは、ある波長以下の光を遮断する光学フィルタを備えることを特徴とする請求項1記載の情報入力装置。

【請求項7】前記物体はユーザの体の一部であり、反射光画像はユーザの操作すべきデバイスを制御するための入力情報であることを特徴とする請求項1記載の情報入力装置。

【請求項8】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、この反射光抽出手段によって抽出された反射光画像から物体の特徴情報を生成する特徴情報生成手段を有するこ

とを特徴とする情報入力装置。

【請求項9】前記特徴情報生成手段は、物体の奥行きの情報を含んだ距離情報を抽出することによって特徴情報を生成することを特徴とする請求項8記載の情報入力装置。

【請求項10】前記特徴情報生成手段は、物体の色あるいは材質等の情報である物性情報を抽出することによって特徴情報を生成することを特徴とする請求項8記載の情報入力装置。

10 【請求項11】前記特徴情報生成手段は、前記反射光抽出手段で得られた反射光画像から所望の物体の画像を抽出する画像抽出手段を備えることを特徴とする請求項8記載の情報入力装置。

【請求項12】前記画像抽出手段は、距離情報または物性情報に基づいて、あるいは距離情報及び物性情報の双方の情報に基づいて、物体の画像を抽出することを特徴とする請求項11記載の情報入力装置。

20 【請求項13】前記物体はユーザの体の一部であり、前記画像抽出手段によって抽出された前記物体の画像はユーザによるポインティング操作のための情報入力の指示であることを特徴とする請求項11記載の情報入力装置。

【請求項14】前記特徴情報生成手段は、前記画像抽出手段が抽出した前記物体の画像の形状を解釈する形状解釈手段とを具備することを特徴とする請求項11記載の情報入力装置。

30 【請求項15】前記物体はユーザの体の一部であり、前記形状解釈手段によって解釈された画像の形状はユーザによるジェスチャー入力のための情報入力の指示であることを特徴とする請求項14記載の情報入力装置。

【請求項16】前記物体はユーザの体の一部であり、前記形状解釈手段によって解釈された画像の形状はユーザによるポインティング操作のための情報入力の指示であることを特徴とする請求項14記載の情報入力装置。

【請求項17】前記形状解釈手段は、情報入力に用いるコマンドとして形状を解釈することを特徴とする請求項14記載の情報入力装置。

40 【請求項18】前記形状解釈手段は、情報入力に用いる視点情報として形状を解釈し、視点情報は表示手段に表示される3次元物体からの視点を指示することを特徴とする請求項14記載の情報入力装置。

【請求項19】前記特徴情報生成手段は、前記画像抽出手段によって抽出された前記物体の変化を抽出する動き抽出手段を有することを特徴とする請求項11記載の情報入力装置。

【請求項20】前記動き抽出手段は、変化を情報入力のコマンドとして抽出することを特徴とする請求項20記載の情報入力装置。

50 【請求項21】前記物体はユーザの体の一部であり、前記動き抽出手段によって抽出された物体の変化はユーザ

による動作の入力のための情報入力の指示であることを特徴とする請求項 19 記載の情報入力装置。

【請求項 22】前記特徴情報生成手段は、前記画像抽出手段が抽出した前記物体の形状を解釈する形状解釈手段と、

前記画像抽出手段によって抽出された前記物体の変化を抽出する動き抽出手段と、

前記形状解釈手段によって解釈された物体の形状と前記画像抽出手段によって抽出された前記物体の変化に基づいて、情報入力に用いるコマンドを生成するコマンド生成手段を有することを特徴とする請求項 11 記載の情報入力装置。

【請求項 23】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段を有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項 24】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段と、

この撮像手段によって撮像された可視光画像から、反射光画像または反射光画像から抽出された情報、あるいは反射光画像と反射光画像から抽出された情報に対応する特定の画像領域を抽出する画像抽出手段を有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項 25】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段と、

この撮像手段によって撮像された可視光画像から、反射光画像または反射光画像から抽出された情報、あるいは

反射光画像と反射光画像から抽出された情報に対応する特定の画像領域を抽出する画像抽出手段と、

この画像抽出手段によって抽出された特定の画像領域の画像を記憶する画像記憶手段と、

この画像記憶手段に記憶された画像と他の画像データとを指定された方法で合成する画像合成手段とを有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項 26】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像された可視光画像に、反射光画像から抽出された物体の距離情報に対応させて Z 値画像を生成する手段とを有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項 27】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像された可視光画像に、反射光画像から抽出された物体の距離情報に対応させて Z 値画像を生成する手段と、

この手段によって生成された Z 値画像から、Z 値画像に含まれる距離情報に対応して一定の範囲内にある特定の画像領域の画像を抽出する画像抽出手段を有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項 28】Z 値画像を生成する手段は、3 次元モデル上に貼られたテクスチャ情報の情報入力として Z 値画像を生成することを特徴とする請求項 26 記載の情報入力装置。

【請求項 29】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体によ

る反射光画像を検出する反射光抽出手段と、  
この反射光抽出手段によって検出された反射光画像の各画素値である反射光の強さを、物体の距離値に変換するための変換手段を有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項30】前記変換手段は、対数アンプを含むことを特徴とする情報入力装置。

【請求項31】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、  
この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、

この反射光抽出手段によって検出された反射光画像の歪みを補正するための補正手段を有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項32】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、  
この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、

この反射光抽出手段によって検出された反射光画像の歪みを補正しつつ、物体の距離に変換するための、補正・変換手段を有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項33】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、  
この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、

前記反射光抽出手段によって検出された反射光の強さを物体との距離の近似値に変換する非線型変換手段と、

この非線型変換手段で変換された距離の近似値を、正確な距離に変換する補正手段とを有することを特徴とする情報入力装置。

【請求項34】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、

この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、

この反射光抽出手段によって検出された反射光画像の歪みを補正するための補正手段を有することを特徴とする情報入力装置に対し、

この補正手段による補正のために参照すべき物体を移動させる手段と、

10 反射光画像から距離画像の生成あるいは反射光画像の歪みの補正、または距離画像の生成および反射光画像の歪みの補正する補正データを、前記手段で移動させた参照物体の位置と反射光画像から生成する手段を有することを特徴とする補正データ生成装置。

【請求項35】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、

20 この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、

この反射光抽出手段によって抽出された物体であって、補正のために参照すべき物体を特定の場所に移動させる指示を出す指示手段と、

反射光画像から距離画像の生成あるいは反射光画像の歪みの補正、または距離画像の生成および反射光画像の歪みの補正データを、指示手段によって指示され移動させた参照物体の位置と反射光画像から生成する手段を持つことを特徴とする情報入力装置。

30 【請求項36】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、

このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、

この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、

40 この反射光抽出手段によって抽出された物体であって、参照すべき物体を特定の場所に移動させる指示を出す指示手段と、

反射光画像から距離画像の生成あるいは反射光画像の歪みの補正、または距離画像の生成および反射光画像の歪みの補正データを、指示手段によって指示され移動させた参照物体の位置と反射光画像から生成する手段と、

この手段で生成した補正データを用いて、ある距離の範囲にある参照物体の反射光画像を入力し、作成した補正データが正しいかどうかを検証する手段を持つことを特

徴とする情報入力装置。

【請求項37】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号であるタイミング信号を発生し、このタイミング信号に基づいて、強度変化する光を発光し、この発光された光の物体による反射光を前記タイミング信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成してなり、光の物体による反射光画像を検出することを特徴とする情報入力方法。

【請求項38】基板上に、受光手段と、この受光手段で検出された信号を増幅する増幅手段と、セルを選択する選択手段と、前記受光手段をリセットするリセット手段とを有する単位セルを行列2次元状に配列してなる固体撮像装置において、前記単位セルは前記受光手段で受けた光量に応じた信号を保存する記憶手段を少なくとも2つ以上有し、前記基板は前記少なくとも2つの記憶手段に記憶させた信号の差を検出する差分検出手段を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項39】前記受光手段はフォトダイオードで構成され、前記増幅手段は増幅トランジスタで構成され、前記リセット手段はリセットトランジスタで構成され、前記少なくとも2つの記憶手段はコンデンサで構成されるもので、前記フォトダイオードは前記増幅トランジスタのゲートで接続され、前記少なくとも2つのコンデンサはそれぞれの一方の電極が前記増幅トランジスタに接続され、他方の電極が接地されることを特徴とする請求項39記載の固体撮像装置。

【請求項40】反射光抽出手段は、基板上に、受光手段と、この受光手段で検出された信号を増幅する増幅手段と、セルを選択する選択手段と、前記受光手段をリセットするリセット手段とを有する単位セルを行列2次元状に配列してなり、前記単位セルは前記受光手段で受けた光量に応じた信号を保存する記憶手段を少なくとも2つ以上有し、前記基板は前記少なくとも2つの記憶手段に記憶させた信号の差を検出する差分検出手段を有する固体撮像装置を用いたことを特徴とする請求項1の情報入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、物体による反射光を獲得し、入力情報を抽出する情報入力装置及び情報入力方法及び補正データ生成装置及び固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータへの入力デバイスとして、マウスが圧倒的に使われている。しかし、マウスで操作できることは、カーソルの移動と、メニューの選択などであり、あくまでも2次元のポインティングデバイスと

しての役目に過ぎない。マウスで扱えるのは、2次元の情報であり、3次元空間のなかの物体など奥行きがあるものを選択することは難しい。

【0003】また、アニメーションを作成する場合、キャラクターの動きをつけるのに、マウスのような入力デバイスでは、自然な動きをつけることが難しかった。

【0004】最近、3次元空間でのポインティングの難点を補うために、3次元ポインティングデバイスが開発されている。例えば、図80のような3次元ポインティングデバイスは、中央の丸い手段分の前方を押す、中央を押す、後方を押す、丸い手段分の全体を持ち上げる、全体を右に回す、左に回すというように、6通りの操作が可能であり、6自由度ある。この6自由度を割り振ることで、3次元空間内のカーソルの位置(x, y, z)と向き(x軸, y軸, z軸)制御したり、あるいは、3次元空間に対する視点位置(x, y, z)と向き(x軸, y軸, z軸)を制御できる。

【0005】しかし、実際に操作すると、思うようにカーソルや視点の制御ができないという問題がある。例えば、左右に回そうとすると、前方あるいは後方を押してしまい、思わぬ方向にカーソルが動いたり、視点が動いたりしてしまう。

【0006】このような3次元ポインティングデバイスに対して、手振りや身ぶりを使って入力するデバイスも開発されている。データグローブやデータスーツ、サイバークローブと呼ばれるものである。これらは、例えば、データグローブは手袋状のデバイスで、表面に光ファイバが走っている。光ファイバは、指の関節まで通っており、指を曲げることで、光の導通が変わる。この光の導通を計測することで、各指の関節がどの程度曲がっているかがわかる。手自体の3次元空間内の位置は、手の甲についている磁気センサによって計測するようになっている。人差し指をたてれば、前進するというように、身ぶりとそれに対応する指示を決めておけば、データグローブを使って、3次元空間内を種々に視点を変えて、ちょうど、歩き回るようにする(ウォークスルーという)ことができる。

【0007】しかし、このような3次元ポインティングデバイスにも問題点がいくつかある。まず、価格が高価であり、家庭用などに使用することは難しい。指の関節の角度を計測しているのだから、例えば、人差し指だけのばし、他の指は、曲げた状態を前進指示と定義したとする。実際に指を伸ばすといっても、人差し指の第2関節の角度が180度に完全になっていることは少ないので、遊びの手段分を作らないと、指をのばしきったとき以外は、のばしていると認識することができない。

【0008】また、データグローブを装着するので、自然な操作が阻害され、装着するたびに、手の開いた状態と閉じた状態において、光の導通状態を校正せねばならないので、手軽に使用することができない。また、光

10

20

30

40

50

ファイバを使っているため、継続的に使っていると、ファイバが断絶するなど消耗品に近いという問題がある。

【0009】また、このように、高価で、手間がかかるデバイスである割には、手袋の大きさが、ぴったり合っていないと、使っているうちにずれたりして校正した値からずれるために、細かな手振りを認識することは難しい。

【0010】このように、いろいろな問題があるために、データグローブは、VR（バーチャルリアリティ、仮想現実感）技術のトリガーとなったデバイスであったにもかかわらず、当初の期待ほど、普及しておらず、また、低価格化もなされておらず、使い勝手の点で問題が多い。

【0011】これに対し、データグローブのような特殊な装置を装着することなく、手振りや身ぶりを入力しようとする試みが、いくつかなされている。例えば、ビデオ映像などの動画像を解析して、手の形を認識するような研究がなされている。

【0012】しかし、これらでは、背景画像から目的とする画像、手振りの認識の場合には、手のみを切り出すことが難しいという問題がある。例えば、色を使って切り出す場合を考えてみる。手の色は肌色であるので、肌色の手段分のみを切り出すような方式が考えられるが、背景にベージュ色の洋服や、壁があったりすると、肌色を識別することができない。

【0013】また、調整を行って、ベージュと肌色を区別できるようにしても、照明が変われば、色調が変化してしまうために、定常的に切り出すことは困難である。

【0014】このような問題から逃れるために、背景にブルーマットをおくというように、背景画像に制限を置き、切り出しを容易にする方策も採られている。あるいは、指先に背景からの切り出しが容易になるような色をつける、あるいは色のついた指輪をはめるというような方策も採られている。

【0015】しかし、このような制限は現実的でなく、実験的には使われているが、実用化されるにいたっていない。

【0016】また、以上のような切り出しなどのビデオの画像認識処理は、非常に演算量が多い。このため、現状のパーソナルコンピュータでは、秒30枚発生する画像を処理しきれないのが実状である。従って、ビデオ映像の処理によるモーションキャプチャなどをやるのは、リアルタイムでは無理である。

【0017】レンジファインダと呼ばれる、距離画像を入力する装置がある。その代表的な原理として、スポット光あるいはスリット光を対象物体に照射し、その反射光の受光位置から三角測量の原理で求めるものである。2次元的な距離情報を求めるために、スポット光あるいはスリット光を機械的に走査している。この装置は非常に高精度な距離画像を生成することができるが、その反

面、装置の構成が大掛かりになり、高コストになる。また入力に時間がかかり、実時間で処理を行わせるのは困難である。

【0018】また、手や身体の一部に色マーカ―や発光部を取り付け、画像によりそれらを検出し、手・身体の形、動きなどを捉える装置もあり、一部実用化されている。しかし使用者の利便性を考えると、操作の度に装置を装着しなくてはならないというのは大きなデメリットであり、応用範囲を非常に制約する。また、データグローブの例に見られるように、装置を手などの可動部に装着して使用する装置は耐久性が問題になりやすい。

【0019】次に、以上のような入力デバイスとは別に、カメラ技術の従来技術についての問題点を述べる。従来のカメラ技術では、背景に対して、キャラクタの合成（クロマキー）を行うには、あらかじめ、ブルーバックでキャラクタを撮影して、キャラクタの切り出しを容易にする必要があった。このため、ブルーバックで撮影ができるスタジオなど、撮影場所に制限があった。あるいは、ブルーバックでない状態で撮影した映像から、キャラクタを切り出すには、コマごとに、キャラクタの切り出し範囲を手で編集せねばならないので、非常に手間がかかっていた。

【0020】同様に、キャラクタを3次元空間の中に生成するには、あらかじめ3次元のモデルをつくっておき、そこにキャラクタの写真を貼り付ける（テクスチャマッピング）をおこなうような方式をとっている。

【0021】しかし、3次元モデルの生成、および、テクスチャマッピングには手間がかかり、映画制作など経費がかかってもよい用途以外では、ほとんど使えなかった。

#### 【0022】

【発明が解決しようとする課題】このように従来では、特殊な装置を装着することなく、簡易にジェスチャや動きを入力できる直接指示型の入力デバイスが存在しなかった。特に、3次元空間でのポインティングや視点の変更を容易に行える簡易なデバイスは存在しなかった。

【0023】また、ユーザのジェスチャや動きをそのまま使って、アニメーションのキャラクタなどに自然な動きをつけたりすることができなかった。

【0024】さらに、従来のカメラでは、特定のキャラクタだけを切り出したり、キャラクタの奥行き情報を容易に入力できなかった。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光

から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段を有することを特徴とする。

【0026】前記反射光抽出手段は、前記発光手段が発光している時と発光していない時に得られた複数の外光を分離して、前記発光手段から発された光の物体による反射光画像を抽出することを特徴とする。

【0027】前記反射光抽出手段は、前記発光手段が発光している時と発光していない時に得られた複数の外光の検出情報の差分を反射光画像として抽出することを特徴とする。

【0028】前記発光手段は、不可視光を発光することを特徴とする。

【0029】前記反射光抽出手段は、入力する光に対応して電荷を生成する少なくとも1つの光電変換手段と、この光電変換手段によって生成された電荷を蓄積する少なくとも2つの電荷蓄積手段と、前記光電変換手段で発生した電荷をいずれかの電荷蓄積手段に導くかを選択し、タイミング信号生成手段からの信号と同期して動作するゲートを有することを特徴とする。

【0030】前記反射光抽出手段は、特定の範囲の波長光を通過させる、あるいは、ある波長以上の光を遮断する、あるいは、ある波長以下の光を遮断する光学フィルタを備えることを特徴とする。

【0031】前記物体はユーザの体の一部であり、反射光画像はユーザの操作すべきデバイスを制御するための入力情報であることを特徴とする。

【0032】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、この反射光抽出手段によって抽出された反射光画像から物体の特徴情報を生成する特徴情報生成手段を有することを特徴とする。

【0033】前記特徴情報生成手段は、物体の奥行きの特徴情報を含んだ距離情報を抽出することによって特徴情報を生成することを特徴とする。

【0034】前記特徴情報生成手段は、物体の色あるいは材質等の情報である物性情報を抽出することによって特徴情報を生成することを特徴とする。

【0035】前記特徴情報生成手段は、前記反射光抽出手段で得られた反射光画像から所望の物体の画像を抽出する画像抽出手段を備えることを特徴とする。

【0036】前記画像抽出手段は、距離情報または物性情報に基づいて、あるいは距離情報及び物性情報の双方の情報に基づいて、物体の画像を抽出することを特徴と

する。

【0037】前記物体はユーザの体の一部であり、前記画像抽出手段によって抽出された前記物体の画像はユーザによるポインティング操作のための情報入力の指示であることを特徴とする。

【0038】前記特徴情報生成手段は、前記画像抽出手段が抽出した前記物体の画像の形状を解釈する形状解釈手段とを具備することを特徴とする。

【0039】前記物体はユーザの体の一部であり、前記形状解釈手段によって解釈された画像の形状はユーザによるジェスチャー入力のための情報入力の指示であることを特徴とする。

【0040】前記物体はユーザの体の一部であり、前記形状解釈手段によって解釈された画像の形状はユーザによるポインティング操作のための情報入力の指示であることを特徴とする。

【0041】前記形状解釈手段は、情報入力に用いるコマンドとして形状を解釈することを特徴とする。

【0042】前記形状解釈手段は、情報入力に用いる視点情報として形状を解釈し、視点情報は表示手段に表示される3次元物体からの視点を指示することを特徴とする。

【0043】前記特徴情報生成手段は、前記画像抽出手段によって抽出された前記物体の変化を抽出する動き抽出手段を有することを特徴とする。

【0044】前記動き抽出手段は、変化を情報入力のコマンドとして抽出することを特徴とする。

【0045】前記物体はユーザの体の一部であり、前記動き抽出手段によって抽出された物体の変化はユーザによる動作の入力のための情報入力の指示であることを特徴とする。

【0046】前記特徴情報生成手段は、前記画像抽出手段が抽出した前記物体の形状を解釈する形状解釈手段と、前記画像抽出手段によって抽出された前記物体の変化を抽出する動き抽出手段と、前記形状解釈手段によって解釈された物体の形状と前記画像抽出手段によって抽出された前記物体の変化に基づいて、情報入力に用いるコマンドを生成するコマンド生成手段を有することを特徴とする。

【0047】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段を有することを特徴とする。

【0048】時間的に一定あるいは時間的に変化するパ



ルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段と、この撮像手段によって撮像された可視光画像から、反射光画像または反射光画像から抽出された情報、あるいは反射光画像と反射光画像から抽出された情報に対応する特定の画像領域を抽出する画像抽出手段を有することを特徴とする。

【0049】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段と、この撮像手段によって撮像された可視光画像から、反射光画像または反射光画像から抽出された情報、あるいは反射光画像と反射光画像から抽出された情報に対応する特定の画像領域を抽出する画像抽出手段と、この画像抽出手段によって抽出された特定の画像領域の画像を記憶する画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された画像と他の画像データとを指定された方法で合成する画像合成手段とを有することを特徴とする。

【0050】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像された可視光画像に、反射光画像から抽出された物体の距離情報を対応させてZ値画像を生成する手段とを有することを特徴とする。

【0051】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段

と、前記物体の可視光画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像された可視光画像に、反射光画像から抽出された物体の距離情報を対応させてZ値画像を生成する手段と、この手段によって生成されたZ値画像から、Z値画像に含まれる距離情報に対応して一定の範囲内にある特定の画像領域の画像を抽出する画像抽出手段を有することを特徴とする。

【0052】Z値画像を生成する手段は、3次元モデル上に貼られたテクスチャ情報の情報入力としてZ値画像を生成することを特徴とする。

【0053】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、この反射光抽出手段によって検出された反射光画像の各画素値である反射光の強さを、物体の距離値に変換するための変換手段を有することを特徴とする。

【0054】前記変換手段は、対数アンプであることを特徴とする。

【0055】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、この反射光抽出手段によって検出された反射光画像の歪みを補正するための補正手段を有することを特徴とする。

【0056】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、この反射光抽出手段によって検出された反射光画像の歪みを補正しつつ、物体の距離に変換するための、補正・変換手段を有することを特徴とする。

【0057】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による

反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、前記反射光抽出手段によって検出された反射光の強さを物体との距離の近似値に変換する非線型変換手段と、この非線型変換手段で変換された距離の近似値を、正確な距離に変換する補正手段とを有することを特徴とする。

【0058】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、この反射光抽出手段によって抽出された物体であって、参照すべき物体を移動させる手段と、反射光画像から距離画像の生成あるいは反射光画像の歪みの補正、または距離画像の生成およびは反射光画像の歪みの補正する補正データを、前記手段で移動させた参照物体の位置と反射光画像から生成する手段を有することを特徴とする。

【0059】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、この反射光抽出手段によって検出された反射光画像の歪みを補正するための補正手段を有することを特徴とする情報入力装置に対し、この補正手段による補正のために参照すべき物体を移動させる手段と、反射光画像から距離画像の生成あるいは反射光画像の歪みの補正、または距離画像の生成およびは反射光画像の歪みの補正する補正データを、前記手段で移動させた参照物体の位置と反射光画像から生成する手段を有することを特徴とする。

【0060】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号を発生させるためのタイミング信号生成手段と、このタイミング信号生成手段によって生成された信号に基づいて、強度変化する光を発するための発光手段と、この発光手段から発された光の物体による反射光を前記タイミング信号生成手段からの信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成し、光の物体による反射光画像を検出する反射光抽出手段と、この反射光抽出手段によって抽出された物体であって、補正のために参照すべき物体を特定の場所に移動さ

せる指示を出す指示手段と、反射光画像から距離画像の生成あるいは反射光画像の歪みの補正、または距離画像の生成および反射光画像の歪みの補正データを、指示手段によって指示され移動させた参照物体の位置と反射光画像から生成する手段と、この手段で生成した補正データを用いて、ある距離の範囲にある参照物体の反射光画像を入力し、作成した補正データが正しいかどうかを検証する手段を持つことを特徴とする。

【0061】時間的に一定あるいは時間的に変化するパルス信号や変調信号であるタイミング信号を発し、このタイミング信号に基づいて、強度変化する光を発光し、この発光された光の物体による反射光を前記タイミング信号と同期して外光から分離して検出する手段を配列して構成してなり、光の物体による反射光画像を検出することを特徴とする。

【0062】基板上に、受光手段と、この受光手段で検出された信号を増幅する増幅手段と、セルを選択する選択手段と、前記受光手段をリセットするリセット手段とを有する単位セルを行列2次元状に配列してなる固体撮像装置において、前記単位セルは前記受光手段で受けた光量に応じた信号を保存する記憶手段を少なくとも2つ以上有し、前記基板は前記少なくとも2つの記憶手段に記憶させた信号の差を検出する差分検出手段を有することを特徴とする固体撮像装置。

【0063】前記受光手段はフォトダイオードで構成され、前記増幅手段は増幅トランジスタで構成され、前記リセット手段はリセットトランジスタで構成され、前記少なくとも2つの記憶手段はコンデンサで構成されるもので、前記フォトダイオードは前記増幅トランジスタのゲートで接続され、前記少なくとも2つのコンデンサはそれぞれの一方の電極が前記増幅トランジスタに接続され、他方の電極が接地されることを特徴とする。

【0064】反射光抽出手段は、基板上に、受光手段と、この受光手段で検出された信号を増幅する増幅手段と、セルを選択する選択手段と、前記受光手段をリセットするリセット手段とを有する単位セルを行列2次元状に配列してなり、前記単位セルは前記受光手段で受けた光量に応じた信号を保存する記憶手段を少なくとも2つ以上有し、前記基板は前記少なくとも2つの記憶手段に記憶させた信号の差を検出する差分検出手段を有する固体撮像装置を用いたことを特徴とする。

【0065】

【発明の実施の形態】

(実施例1)

<実施例1の概略説明>図1は、本発明の第1の実施例の構成例である。本実施例はまた、本発明によって実現される種々の具体的実施例の代表的な上位概念も表している。

【0066】本構成は、発光手段101、反射光抽出手段102、特徴情報生成手段103、タイミング信号生

成手段104とから成る。発光手段101はタイミング信号生成手段104によって生成されるタイミング信号に従って時間的に強度変動する光を発光する。この光は発光手段前方にある対称物体に照射される。反射光抽出手段102は、この発光手段101が発した光の対象物体による反射光を抽出する。これはさらに好適には、反射光の空間的な強度分布を抽出する。この反射光の空間的な強度分布は画像として捉えることが出来るので、以下では反射光画像と呼ぶ。

【0067】反射光抽出手段102は、光の量を検出する受光部を持つが、受光部は一般的に、発光手段の光の対象物体による反射光だけでなく、照明光や太陽光などの外光も同時に受光する。そこで反射光抽出手段102は、発光手段が発光しているときに受光した光の量と、発光手段が発光していないときに受光した光の量の差をとることによって、発光手段からの光の対象物体による反射光の成分だけを取り出す。つまり、発光手段101を制御する信号を生成するタイミング信号生成手段104によって、反射光抽出手段102もまた制御されることを表す。

【0068】特徴情報生成手段103は、反射光画像よりさまざまな特徴情報を抽出する。この特徴情報あるいは特徴情報の抽出方法は様々考えられる。例えば、手の反射光画像の特徴情報から、ジェスチャーやポインティングなどの情報を得て、これによりコンピュータなどの操作を行うことができる。また対象物体の立体情報を抽出し、利用することもできる。図1に描かれている特徴情報生成手段は、必ずしも必要ではなく、例えば反射光抽出手段で得られた反射光画像そのものを入力したり利用したりすることもできる。

<実施例1の詳細な説明>次に、実施例1のより具体的な構成について詳しく述べる。図2は、実施例1のより具体的な構成例である。発光手段105より発光された光は、対象物体106に反射して、レンズ等の受光光学系107により、反射光抽出手段108の受光面上に結像する。

【0069】反射光抽出手段108は、この反射光の強度分布、すなわち反射光画像を検出する。反射光抽出手段108は、第1の受光手段109、第2の受光手段110および差分演算部111から成る。第1の受光手段109と第2の受光手段110は、異なるタイミングで受光を行う。そして第1の受光手段が受光しているときに発光手段が発光し、第2の受光手段が受光しているときには発光手段は発光しないように、タイミング制御手段112がこれらの動作タイミングを制御する。これにより第1の受光手段は発光手段からの光の物体による反射光とそれ以外の太陽光、照明光などの外光を受光する。一方、第2の受光手段は外光のみを受光する。両者が受光するタイミングは異なっているが近いので、この間における外光の変動は無視できる。

【0070】従って、第1の受光手段で受光した像と第2の受光手段で受光した像の差分をとれば、これは発光手段の光の物体による反射光の成分だけが抽出される。差分演算部111が第1の受光手段109と第2の受光手段110で受光した像の差を計算して出力する。反射光抽出手段108については、さらに詳細な構成について後述する。

【0071】反射光抽出手段108は反射光画像の各画素の反射光量をシーケンシャルに出力する。反射光抽出手段108からの出力はアンプ113によって増幅され、A/D変換器114によってデジタルデータに変換された後、メモリ115に蓄えられる。しかるべきタイミングでこのメモリ115より蓄積されたデータが読み出され、特徴情報生成手段116において処理される。これら全体の制御をタイミング制御手段112が行う。

【0072】発光手段105は人間の目に見えない、近赤外光を発光する。光が見えないため、眩しさを感じずに済む。また、受光光学系には図示しないが、近赤外光通過フィルタが設けてある。このフィルタは、発光波長である近赤外光を通過し、可視光、遠赤外光を遮断する。従って、外光の多くをカットしている。

【0073】物体からの反射光は、物体の距離が大きくなるにつれ大幅に減少する。物体の表面が一様に光を散乱する場合、反射光画像1画素あたりの受光量は物体までの距離の2乗に反比例して小さくなる。従って、本入力装置の前に物体を置いたとき、背景からの反射光はほぼ無視できるくらいに小さくなり、物体のみからの反射光画像を得ることが出来る。

【0074】例えば、入力装置の前に手を持ってきた場合、その手からの反射光画像が得られる。この時、反射光画像の各画素値は、その画素に対応する単位受光部で受光した反射光の量を表す。反射光量は、物体の性質

(光を鏡面反射する、散乱する、吸収する、など)、物体面の向き、物体の距離、などに影響されるが、物体全体が一様に光を散乱する物体である場合、その反射光量は物体までの距離と密接な関係を持つ。手などはこのような性質を持つため、手を差し出した場合の反射光画像は、手の距離、手の傾き(部分的に距離が異なる)、などを反映する。従ってこれらの特徴情報を抽出することによって、様々な情報の入力・生成が可能になる。

【0075】立体形状を抽出したい場合には、距離情報を高い分解能で求められることが望ましい。このような場合、アンプとして対数アンプを用いると望ましい。受光部の受光量は物体までの距離の2乗に反比例するが、対数アンプを用いると、その出力は、距離に反比例するようになる。このようにすることで、ダイナミックレンジを有効に使うことができる。

<反射光抽出手段の詳細な説明>図3は、反射光抽出手段の構成の一例をさらに詳細にあらわしたものである。

反射光抽出手段は反射光の強度分布を捉えるために複数の単位受光部から成っており、ひとつの単位受光部と反射光画像の画素が対応している。この図では簡単のため2×2画素の構成で示す。点線で囲まれた部分117が画素分であり、画素分の概略構成を図4に示す。先の例との対応を取ると、第1の受光手段の画素分と第2の受光手段の画素分、1つの単位受光部を構成している。

【0076】1つの単位受光部は1つの光電変換部118と、2つの電荷蓄積部119、120を持っている。光電変換部118と電荷蓄積部119、120の間にはいくつかのゲートがあり、このゲートの制御によって光電変換部で発生した電荷を、いずれの電荷蓄積部に導くかを選択できるようになっている。このゲートの制御信号と発光部の発光制御信号を同期させる。

【0077】ここで、受光手段と、この受光手段で検出された信号を増幅する増幅手段125と、セルを選択する選択手段1255と、前記受光手段をリセットするリセット手段124とを有する単位セルを行列2次元状に配列し、受光手段はフォトダイオードで構成され、増幅手段125は増幅トランジスタで構成され、リセット手段はリセットトランジスタで構成され、少なくとも2つの記憶手段である電荷蓄積部はコンデンサで構成され、フォトダイオードは増幅トランジスタのゲートで接続され、前記少なくとも2つのコンデンサはそれぞれの一方の電極が増幅トランジスタに接続され、他方の電極が接地される。

【0078】受光部におけるゲートなどの制御信号と発光制御信号、および光の強さの時間的変化を図5に示す。発光制御パルス128は発光手段を制御する信号である。ここではパルス発光を行う。発光制御パルスのレベルがHIGHのとき発光手段が発光し、LOWのときは発光しない。この発光制御信号に対し、実際の光は発光素子の時間応答によってなまり、129のように変化する。受光部には、SAMPLE1(131)、SAMPLE2(132)、TRANSFER、RESET(130)の制御信号が与えられる。TRANSFERは、光電変換部で発生した電荷を次段に転送するためのゲートを制御する信号であり、この信号がHIGHのとき、光電変換部に蓄積された電荷が転送される。電荷蓄積後、出力部へ電荷転送するときは、このゲートが閉じ、光電変換部で発生した電荷が出力ゲートへ流れないようにする。

【0079】RESET130はリセット制御信号である。TRANSFERがHIGHの時、RESETがHIGHになると、リセットゲート124が開き、光電変換部にたまっていた電荷は、トランスファー・ゲート121、リセット・ゲート124を経て、排出される。SAMPLE1、SAMPLE2の2つの制御信号は、2つの電荷蓄積部119、120に、光電変換部118か

らの電荷を導くためのゲート122、123を制御する信号である。これらの制御信号の変化と、単位受光部の動作を次に説明する。

【0080】電荷蓄積期間においては、トランスファー・ゲート121は開き続けている。まず、リセット・ゲート124を開くことにより、光電変換部118とサンプル・ゲート122、123の間にたまった不要電荷を排出する。リセット・ゲート124を閉じることで、光電変換部とサンプル・ゲートの間に、光電変換されてきた電荷が蓄積されはじめる。一定時間の後、第1のサンプル・ゲート122が開くと、蓄積されていた電荷が、第1の電荷蓄積部119に転送される。

【0081】従って、RESET130がLOWになったから、SAMPLE1(131)がLOWになるまでの蓄積期間1に光電変換された電荷が、第1の電荷蓄積部119に蓄積される。第1のサンプル・ゲート122が閉じた後、再びリセット・ゲート124を開いて不要電荷を排出した後、リセット・ゲートを閉じ、一定時間の後に今度は第2のサンプル・ゲート123を開き、第2の電荷蓄積部120に、光電変換で生成された電荷を転送する。この時も同様に、RESETがLOWになったからSAMPLE2がLOWになるまでの蓄積期間2に光電変換された電荷が第2の電荷蓄積部に蓄積される。このとき蓄積期間1と蓄積期間2は同じ長さの時間である。

【0082】ここで、電荷蓄積期間1においては、発光手段105が発光しており、電荷蓄積期間2においては、発光手段は発光しない。このことにより、第1の電荷蓄積部119には、発光手段からの光が物体に反射した光と、照明光、太陽光などの外光の両方によって生成された電荷が蓄積され、一方、第2の電荷蓄積部120には外光のみによって生成された電荷が蓄積される。電荷蓄積期間1と電荷蓄積期間2は時間的に近いので、この間での外光の大きさの変動は十分に小さいと考えてよい。

【0083】従って、第1の電荷蓄積部と第2の電荷蓄積部の、電荷量の差が、発光手段からの光が物体に反射した光で発生した電荷量であるとみなしてよい。

【0084】上記、SAMPLE1、SAMPLE2、RESET、TRANSFERは、すべての単位受光部に同じ信号が与えられるため、すべての単位受光部において、同期的に電荷の蓄積が行われる。このことは、1フレーム分の反射光画像を得るために1度の発光だけで済むことを示している。従って、発光のための電力を小さくすることができる。また、発光手段として用いることのできるLEDは、発光パルスのDUTY比が小さいほど(1つのパルス幅に比べて、パルスとパルスの間隔が長いほど)、瞬間的には強く発光できる性質を持つため、発光電力を効率的に利用することができる。

【0085】電荷蓄積後、電荷の取り出しを行う。まず

V系選択回路135で1行を選択する。各行の単位受光部から、第1の電荷蓄積部と第2の電荷蓄積部に蓄積された電荷が順に取り出され、差分回路133の中でその差分が取り出される。H系シフトレジスタで列を選択することで、取り出す。

＜実施例1の変形例1＞本実施例においては、電荷の取り出し時には、シフトレジスタで取り出しセルのアドレスを指定するため、出力の順番が決まっている（シーケンシャルな出力）が、任意のアドレスを生成できるようにすればランダムアクセスが可能になる。このようにすると、受光部全体のうち、一部分だけを取り出すことができ、センサの動作周波数を低下させる、あるいは、反射光画像のフレームレートを上げることができるなどの効果がある。例えば画像の一部しか占めないような小さな物体を検出して、その動きを追跡させるような場合は、あるフレームでの位置の周辺だけで探索すればよい。ため、画像の一部だけを取り出すだけで良い。

＜実施例1の変形例2＞また、発光源として、近赤外光を用いたが、必ずしもこれに限定しない。人の目に眩しくない条件でなら（例えば、発光量がそれほど大きくない、人の目に直接入らない向きを向いている、など）、可視光であっても良い。あるいは、光に限らず、電磁波、超音波などを用いることも可能である。

【0086】近赤外光通過フィルタも、外光の影響を考えなくてよいなどの条件下であれば省くこともできる。

【0087】ところで、通常の撮像用のCCDイメージセンサを用いても、これに類することを実現することもできるが、その性能、あるいはコストパフォーマンスにおいて本構成の方が優れている。

【0088】例えば、CCDイメージセンサと光源を用いることもできる。しかし、CCDは1/60秒毎に1回の撮像しかできない（フィールド単位）。従って、はじめの1/60秒で、発光部を発光させ、次の1/60秒で発光部を消灯させ、その差分をとっても、1/60秒の時間差があると、外光の大きさが変動してしまい、差分＝反射光量となくなってしまう。蛍光灯などは1/100秒の周期でその強さが変動しているので、このようなことが起こってしまう。CCDイメージセンサを使った通常の撮像においても、撮像周期と、外光の変動周期のずれに起因して、画面の明るさがちらつく現象がおきることがあり、これはフリッカと呼ばれている。

【0089】本構成においては、発光時間と消灯時間の差が1/10000秒程度、あるいはそれ以下まで小さくすることができるので、外光の変動の影響を受けなくて済む。CCDイメージセンサによる撮像の場合、フリッカを防ぐために、電荷蓄積時間を1/100秒と蛍光灯の周期と一致させる方法が取られることがあるが、発光部と同期させる場合においても、電荷蓄積時間を1/100秒にする、あるいはCCDの駆動信号を変えてしまい、1フィールドを1/100秒にしてしまう、とい

うような方法により、外光の影響を抑えることもできる。この場合は別の問題が発生する。対象物体である手動いている場合、発光時の撮像と消灯時の撮像において手の位置が微妙にずれてしまう。この状態で差分を取ってしまうと、特に物体（手）のエッジ部分において、反射光画像が大きく乱れてしまう。

【0090】また、構成のコンパクトさでも大きく異なる。CCDを用いる場合、少なくとも、A/D変換器と、1フレーム分のデータを蓄えるメモリ、差分画像を求める演算回路が必要である。またCCDを用いる場合には、ドライバーICを別に用意する必要がある。一方、本構成では、CMOSセンサベースに作られるので、ドライバーを同一チップ内に収めてしまうことができる。

【0091】また、センサ内で発光時、非発光時の差をとれるので、差分演算回路は不要である。また、A/D変換部やメモリ、制御部まで1チップ内に収めてしまうこともできるので、非常に低コスト化できる。

【0092】ここまでの説明では、物体の反射光画像を入力するところまでの構成を述べた。ここまでの構成でも十分新規性があり、製品として構成できる。しかし、実際の利用形態としては、入力された反射光画像に何らかの加工を施して、使用者の目的に合った使い方をすることが多い。例えば、手の反射光画像を入力することにより、ポインティングやジェスチャー入力を行うことが出来る。

【0093】このために反射光画像から有用な情報を抽出するのが、特徴情報生成手段である。ここで、さまざまな特徴量を抽出したり、加工したり、そこから別の情報を生成したりしている。

【0094】反射光画像の加工の仕方の代表例は、距離情報の抽出と、領域抽出である。先にも述べたように、物体が一様で均質な散乱面を持つ物体であれば、反射光画像は距離画像と見なすことができる。従って、物体の立体形状を抽出することができる。物体が手であれば、手のひらの傾きなどが検出できる。手のひらの傾きは部分的な距離の違いとして現れる。また、手を移動させたときに画素値が変われば、距離が移動したと見ることができる。また、背景のように遠い物体からの反射光はほとんどないため、反射光画像からあるしきい値以上の領域を切り出すという処理で、物体の形状を簡単に切り出すことができる。例えば、物体が手であれば、そのシルエット像を切り出すのは極めて容易である。距離情報を用いる場合でも、一度しきい値によって領域抽出をしてから、その領域内の距離情報を用いる、という場合が多い。

＜実施例1の効果＞第1の実施例によれば、手などの反射画像を容易にかつ実時間で獲得できる。これは、従来の画像処理で最も難しく、画像処理の応用の障壁になっていた対象物の画像の切り出しの処理を不要とするもの

である。従って、本実施例により、従来実用化が困難であった種々の画像処理を容易でかつ安定、かつ安価なコストでの提供を可能とするものであり、産業／家庭／娯楽など広範囲の市場に大きな変革をもたらすものである。

(実施例2) 以下では、特徴情報生成手段に特徴を持ついくつかの実施例について説明する。

【0095】対象物体として手を用いた場合、非接触で手の位置・形の情報を捉えることができるので、人から機械への入力手段として用いることができる。従来、マウスやトラックボールなどのポインティングデバイスと呼ばれる装置を用いて行っていたポインティング操作

(位置を入力する操作)を、手の動きだけで非接触で行うことができる。第2の実施例として、非接触ポインティングを実現するための装置について説明する。

【0096】まず非接触なポインティングに用いる例を説明する。手の形状が容易に検出できるため、非接触のポインティングデバイスとして利用することができる。携帯情報機器などに好適なポインティング手段を提供する。ユーザは指を伸ばした状態で入力装置の前に手を差し出して動かす。これは非常に自然な動作である。このとき反射光画像は図6左のようになる。この反射光画像から画像処理によって指先位置を検出し、ポインティングに利用する。

【0097】伸ばした指部分は上向きの棒状物体となっているから、この先端の座標を画像処理で求めることはそれほど難しくない。しかし、単純に棒状先端の座標を求めるだけでは、反射光画像の解像度の精度でしか指先位置を求めることは出来ない。

【0098】一般に反射光抽出手段は、必要とされる画素数が少ないほど低コストで作ることができる。粗い反射光画像から高精度に指先位置が求められれば、低コストに非接触ポインティング装置を作ることができる。指先端の座標ではなくて、図7の×印208の位置を画素以上の分解像で求め、これを特徴点としてポインティングに用いる。これは指先の一部分の(像の)重心である。この重心を粗い反射受光画像からどのように抽出するかを説明する。

【0099】この反射光画像の画素値に注目してみる。先に、画素値は距離情報に換算できると述べた。しかし、反射光画像の解像度が粗い場合、手の周辺部においてはこの考えは必ずしも当てはまらない。いま、反射光画像の画素と、対象空間の関係が図8のようになっていると考える。ここで、図8の1マスからの反射光が反射光画像のひとつの画素の画素値に対応する。この図から、マス211からの反射光に比べてマス212からの反射光は半分程度であることが分かる。同じ距離に対象が存在していても、そのマスを対象が占める割合によって、反射光量が変化する。

【0100】つまり、ここでは、反射光量の減りかた

が、手のエッジの位置を反映する。ここで、指の位置がわずかに移動したと考えてみる。すると、マスに占める指の割合が変化するので、画素値がわずかに変化する。反射光画像が粗くても、画素値がある程度の精度で求められ、これを用いることにより、画像以上の解像度でポインティング位置を求めることが出来る。伸ばした指の幅が2~3画素分程度あればかなり良好にポインティング精度が出せることが実験的に分かっている。粗い画像から高い精度の指先位置を求める方法について以下で詳しく説明する。

【0101】第2の実施例を実現するための特徴情報生成手段の構成例を図9に示す。特徴情報生成手段は、棒状物体検出部213、棒状物体先端切り出し部214および重心検出部215から構成される。

【0102】棒状物体検出部213では、縦方向に伸びた棒状の物体、すなわち操作者の手の中で上方に伸びた指(例えば人差し指)を検出する。

【0103】次に、棒状物体先端切り出し部214では、縦方向に伸びた棒状の物体(人差し指)の上部先端を切り出し、後の重心検出部215でその切り出した部分の重心を求める。この時、画素単位で切り出してしまうと、画素が粗いため切り出し部分の画素値合計が大きく変動してしまい、検出された重心の精度が悪くなる(これについては後述する)。従って、棒状物体先端切り出し部213では、切り出し部分の画素値合計がある条件を満足するように一部画素値を修正しながら切り出す。

【0104】重心検出部215は上記棒状物体先端切り出し部214で切り出された先端部分の重心を計算する。この計算された重心を、指先位置とする。

【0105】さらに各部について詳しく説明する。まず、棒状物体検出部213について述べる。ここでは、使用者が操作をするために指を出したとき、指示する指(通常は人差し指)が、反射受光画像の上方向に伸びている、と仮定している。従って、この仮定に合わない形状で手を出すと(例えば、グーで差すなど)正常に検出できない恐れはある。

【0106】まず、反射受光画像201を、上方から水平方向にスキャンしていく。指先が、反射受光画像の上端になければ、通常は上の方は、1ライン全ての画素がほぼ0に近い画素値を持つ(202~203)。水平方向の1ラインの中で、部分的に画素値が大きくなる場所があった場合(204)、その位置とラインを覚えておく。これを数ライン繰り返し(205~207)、部分的に画素値が大きくなる場所が数ラインの中で一致すれば、そこに縦方向に伸びた棒状の物体(例えば、人差し指)があると判定できる。そして、伸ばした指がありそうな所を、大きめに囲う。この部分画像について、さらに以下の処理を行う。

【0107】ここからは、棒状物体先端切り出し部21

4での処理である。図10の216がももとの反射受光画像であり、217は棒状物体検出部213で、この中に指先があると判定された部分画像である。

【0108】一番左上の画素値を $P(1, 1)$ とし右上を $P(n, 1)$ 、左下を $P(1, n)$ 、右下を $P(n, n)$ とする。ここで、あるしきい値 $TH$ を設定しておく、

【0109】

【数1】

$$TH = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^{k-1} P(x, y) + a \cdot \sum_{x=1}^n P(x, k) \quad (0 < a \leq 1) \quad 10$$

となるような、 $k$ 、 $a$ を求める。次に $a$ を用いて、 $P(1, k) \sim P(n, k)$ の画素値を修正する。すなわち、古い画素値を $P'(1, k) \sim P'(n, k)$ としたとき、

【0110】

【数2】

$$P(x, k) = a \cdot P'(x, k) \quad (x = 1, 2, \dots, n)$$

とする。この修正された $P(1, k) \sim P(n, k)$ を含む、 $P(1, 1) \sim P(n, k)$ が切り出された部分218となる。218の上部3行は217の上部3行と同じであり、218の最下行(太い枠で囲まれたところ)は217の4行目のそれぞれの画素値に $a$ を乗じて修正されているので、色が薄くなっている。

【0111】次に重心検出部215において、切り出された $P(1, 1) \sim P(n, k)$ を使って、重心 $(xx, yy)$ は次の式を満たすように決定される。

【0112】

【数3】

$$xx = \frac{\sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^k x \cdot P(x, y)}{\sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^k P(x, y)}$$

【0113】

【数4】

$$yy = \frac{\sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^k y \cdot P(x, y)}{\sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^k P(x, y)}$$

ここで求められた $(xx, yy)$ は、図8の伸ばした指のうち上方からある長さだけ切り取ったもの(切り取る長さがしきい値 $TH$ と関連する)の像の重心とほぼ一致する。ここでは通常のTV画像に比べて画素が粗いため、切り取る長さを一定に保つると同じ効果を出すために、上記のような修正を行っている。ここでは、各画素の値 $P(x, y)$ が精度良く求まるほど、 $(xx, yy)$ の値も精度良く求められる。

【0114】ここで、 $P(1, k) \sim P(n, k)$ の値を上のように修正した理由を述べる。もし、 $P(1, k) \sim P(n, k)$ の値を修正しないで、 $(xx, yy)$ を計算した場合を図11を用いて考察する。こ

で、仮に水平ラインで一部だけ大きい画素値が現れるところから、3画素分下がったところまで(斜線部分)を用いた重心計算で指位置を決定すると、指が図11

(a)から図11(b)のように移動したとき、指の位置変化に比べて、 $(xx, yy)$ の位置の変化が大きくなってしまふ。

【0115】逆に図11(c)から図11(d)のように変化すると、指の位置変化に比べて $(xx, yy)$ の位置の変化が小さくなってしまふ。つまり、実際の指の位置と計算された $(xx, yy)$ の値に、線形性がなくなってしまう。

【0116】上述のように、まず重心を計算するときの全画素の画素値の合計が一定になるように補正をしてから重心の計算をすれば、指の動きと重心の動きは滑らかに連動する。伸ばした指の幅が2~3画素分程度あれば十分なポインティング精度が出せると前述したが、逆に指の幅が一画素に満たない場合は、十分な精度が出ない。これは図12の場合であるが、指先がわずかに動いても重心の $x$ 座標が変化しないことがある。つまり、実際の指の位置と $(xx, yy)$ の値に線形性がなくなってしまう。

【0117】次に、デジタル信号処理部における処理の流れを図13~図15に示したフローチャートを用いて説明する。ここでは、上で述べたよりもやや細かい工夫が施されているところもあるが、それらも含めて以下で説明する。このフローチャートをそのままプログラムにすれば、デジタル信号処理部をソフトウェアで実現することができる。もちろん、ハードウェアで構成することも可能であるし、ソフトウェア、ハードウェア両方で構成されることもあり得る。

【0118】また、この場合ソフトウェアはFD等の記録媒体に記録されてなり、配布できるような状態になっていることもある。

【0119】図13は棒状物体検出部の処理を表している。ここでは既に述べたように、反射受光画像を水平方向にスキャンしながら、部分的に画素値が大きくなるところを見つけ、これが複数ラインで、近い位置に現れると、棒状物体があると判断する。この部分的に画素値が大きくなるところ(以下で部分画素列と呼ぶ)、および部分画素列の複数の集まりで、まだ棒状物体とは判断されていないが棒状物体になる可能性のあるものを棒状物体候補と呼ぶ。水平方向にスキャンしていくと、棒状物体候補が見つかり、スキャンが進むにつれその中から棒状物体が検出される。

【0120】具体的には、まずこの棒状物体候補の情報を格納しておく構造体を複数用意する(220)。ここでは構造体名は $infoStick[n]$ とする( $[n]$ がついているのは複数あるから)。複数用意するのは、棒状物体候補は必ずしも1つではなく複数現れる可能性もあるからである。この構造体は5つのメンバ



一を持ち、そのうち2つは配列である。図15の235にも示すように、メンバーは、

`ystart` : 棒状物体が始まったラインのy座標、  
`xstart[i]` : 棒状物体候補の上からiライン目(最上段は0ライン)の部分画素列の始まりのx座標、  
`xend[i]` : 棒状物体候補の上からiライン目(最上段は0ライン)の部分画素列の終わりのx座標、  
`length` : 棒状物体候補の縦方向の長さ(部分画素列の数)、  
`status` : 現在の状態(STICK、NOSTICK、EXTENDEDの3つの値を取る。詳細は後述。)、

をそれぞれ表す。始まりのx座標、終わりのx座標は、複数のラインにそれぞれあるので、これらは配列となっている。

【0121】以下で処理を説明していくが、わかりやすいように図15を併用しながら述べる。234は反射受光画像を表しており、各画素の色の濃さは画素値の大きさを表している。また上部と左部の数字はそれぞれx座標、y座標を示している。235には前述の構造体の概要を表す。右側の236~238は処理の途中での構造体の内容である。

【0122】水平ラインをスキャンしていき、条件を満たす(ここでは、画素値がs以上の画素が、c個以上連続しない)部分画素列が見つかったら(221)、これまでの棒状物体候補に統合するか(226)、新規に棒状物体候補にする(225)。1番始めに見つかった部分画素列は必ず新規棒状物体候補になる。例えば、図15では、y=3のラインをスキャンしているときに、始めて部分画素列が見つかり、これを新規棒状物体候補として登録する(236)。このラインのy座標、すなわち3を

`infoStick[0].ystart`  
 に入れる。部分画素列の長さは1なので、  
`infoStick[0].xstart[0]`、  
`infoStick[0].xend[0]`  
 ともに6を代入する。新規なので、  
`infoStick[0].length`  
 は1とし、`infoStick[0].status`にはEXTENDEDを格納する(新規登録でもEXTENDEDを使う。理由は後述する)。

【0123】y=4のラインのスキャンで見つかった部分画素列は今度は、既にある棒状物体候補とつながる。つながるかどうかの判断は、棒状物体候補の最後のラインの部分画素列と新たな部分画素列のx方向の位置関係で決める。この場合は

`infoStick[0].xstart[0]=6`  
`infoStick[0].xend[0]=6`  
 であり、新たな部分画素列のx座標は5~7なので、これらはつながっていると判断する。すると、新たな部分

画素列につながっていると判断された棒状物体候補の情報を更新する(237)。

【0124】新たな部分画素列の(x方向の)位置を下式で代入し、

`infoStick[0].xstart[1]=5`  
`infoStick[0].xend[1]=7`  
 棒状物体候補の長さを1増やす。

`infoStick[0].length=2`

さらに、y=5のラインで見つかった部分画素列を先の棒状物体候補にさらにつなげると、238のようになる。ここでdを3とすると、227の条件式が成り立ち、棒状物体が決定され、次の処理へ移る(228)。この条件が満たされるまで繰り返され、条件が満たされる前に1画面分のスキャンが終了してしまったら、棒状物体は検出できなかったことになる。

【0125】上の説明では、`infoStick[n].status`の使い方の説明が不十分なので、次にこれについて説明する。これは、STICK、NOSTICK、EXTENDEDの3つの値を取りうる。NOSTICKは、その構造体が棒状物体候補でないことを表す(つまり、一番はじめは全ての構造体のstatusメンバーはNOSTICKになっている)。

【0126】STICKはその構造体が棒状物体候補であることを表す。EXTENDEDの場合も棒状物体候補であるがこの値の用い方は少し異なる。新たな水平ラインのスキャンを始めるとき、全ての棒状物体候補はSTICKを持つ。1ラインのスキャンの中で新たに見つけられた部分画素列とつながった棒状物体候補はEXTENDEDに変わる。1ラインのスキャンが終了したとき、まだSTICKになったままの棒状物体候補は、そのライン上のどの部分画素列ともつながっていないことになり、棒状物体候補でなくなったと考える。

【0127】従って、1ラインのスキャンが終わると、STICKになったままの棒状物体候補はNOSTICKに変え、EXTENDEDを持つ棒状物体候補だけに再びSTICKを与える。この処理により図16の239のように、浮いた部分画素列(ノイズである場合も考えられる)は、いったんは棒状物体候補として`infoStick[0]`に登録されるが(34)、画素列がとぎれた時点で棒状物体候補から外される(35、実際には222の処理で削除される)。本来の指先部分は`infoStick[1]`で登録されている。棒状物体候補から外すためにstatusをNOSTICKに変えているだけである。

【0128】これで次のスキャン時の224での判断時には、STICKを持つ構造体だけを見るので、NOSTICKになった構造体は無視される。またこのように一度使われた構造体も、NOSTICKになれば、再び新規棒状物体の登録に用いることができメモリを節約できる。このような処理を行うことでノイズから受ける影



響を少なくすることができる。

【0129】224においては、STICKを持つ構造体に対してだけ、つながるかどうかの判断を行う。また、新規棒状物体候補を登録するときにはNOSTICKを持つ構造体を探し、そこに新しい情報を格納する。

【0130】図14は棒状物体先端切り出し部、および重心検出部の処理を表す。図13の227での条件が満たされると、図14の229に処理が移る。230では、棒状物体の先端を切り出すためのパラメータTHを求めている。このしきい値は固定でも良いが、230のように棒状物体の先端部の大きさや画素値によって決めても良い。ここで挙げた式を用いると、指の太さが違ったり、距離が違ったりして、画素値が変動しても、切り出した先端部の縦横方向の長さの差がそれ程大きくなり。棒の太さ(1ラインの画素値合計。0ライン目は先端なので太さを表さないことが多いので計算から除く)と一画素の最大値との比を求めて、TH(切り出し部分の全画素値合計)と最大画素値の比がこれの2乗になるようにしている。これ以外の計算方法でTHを求めることも可能である。

【0131】231では、230で求められたTHを用いて、[数1]で述べたa、kを求める。[数1]では矩形領域で計算しているが、ここでは、各ラインの部分画素列だけを用いて計算している。これにより、矩形内の棒状物体と関係のないところにノイズがあるような場合の影響を小さくできる(例えば図17のように指が斜め方向を向いているとき、244のようなノイズの影響を受けない)。231で求めたaをkライン目の各画素値に乘ずる。230から232までの処理が棒状物体先端切り出し部である。a、kと修正された画素値を用いて、233において重心を計算する。

【0132】基本的には、kライン目までの部分画素列の中の、各画素値とx座標の積を全て足してTH(これは各画素値の合計に等しい)で割ったものが重心のx座標であり、各画素値とy座標の積を全て足してTH(これは各画素値の合計に等しい)で割ったものが重心のy座標である。ここでは、xsum[i]が分かっている。これにy座標(infoStick[n].ystart+i)を掛けたものの積をTHで割って重心のy座標を求めている(もちろん、xsum[k]は修正された画素値で再計算される)。xpsum[i]はiライン目の部分画素列の各画素値とそのx座標の積を全て足したものであり、233に示した式で重心のx座標が求められる。

【0133】これまでは、指先をセンサ受光系の光軸に垂直な方向に伸ばしたときの画像と、その処理方法について述べた。実際の使用においては指をセンサの光軸方向に向けることも少なくない。次に、センサに向かってのされた指先の位置を求める方法について述べる。

【0134】光軸方向に(センサに向かって)指を伸ば

した場合の反射光画像は図18のようになる。指先に相当する部分の画素値が急激に大きくなっている。この図でも、色が黒いほど画素値が大きいとする。ここで、画素値の極大点だけを見つけて、これをポインティング位置としてもよい。このための演算処理は非常に簡単である。しかし、この方法だと、画像の解像度以上の精度で指先位置を求めることはできない。先の上方へ(光軸方向に垂直な方向へ)指を伸ばした場合と同様に、画像の解像度以上で指先位置を求める方法について述べる。

【0135】まず、画素値が最も大きい点を見つける。これは画素値の比較だけなので簡単にできる。そして、この画素の近傍小領域を $\Gamma$ としたとき、指先位置の座標を次式で決定する。

【0136】

【数5】

$$\left( \frac{\sum_{\Gamma} x \cdot P(x,y)}{\sum_{\Gamma} P(x,y)}, \frac{\sum_{\Gamma} y \cdot P(x,y)}{\sum_{\Gamma} P(x,y)} \right)$$

これは、小領域における画素の重心と考えてよい。近傍小領域 $\Gamma$ としては、 $3 \times 3$ とか $5 \times 5$ とかの矩形領域に設定するのが一般的であるが、これに限らない。もちろん矩形でなくてもよい。このような式を用いることによって、画素の最大点だけでなくその周辺の画素を考慮することになる。指先位置が微妙に変化した状態を考えてみる(図19(a)→図19(b))。太線で囲まれた部分が小領域 $\Gamma$ である。変化が微小であるので、最大点246の座標は変わらない。

【0137】しかし、その周辺画素の画素値が、例えば一方の側が周辺画素の値が少し大きくなり(247)、もう一方が少し小さくなる(248)、というように変化する。この変化は上式を用いることによって反映され、 $\times$ 印で示した重心位置がわずかに変化しているように、反射光画像の解像度以上の指先位置検出が可能となる。

【0138】この位置を計算する式は、上に示したものに限らない。例えば次式のようなものも使える。

【0139】

【数6】

$$\left( \frac{\sum_{\Gamma} x(P(x,y) - P_{min})}{\sum_{\Gamma} (P(x,y) - P_{min})}, \frac{\sum_{\Gamma} y(P(x,y) - P_{min})}{\sum_{\Gamma} (P(x,y) - P_{min})} \right)$$

ここで、 $P_{min}$ は小領域 $\Gamma$ における、最小画素値である。これによる効果は次のようなものである。

【0140】指先が動いて反射光画像の一部分が図20(a)～c)のように変化したとする。太線で囲まれた領域が小領域 $\Gamma$ である。小領域の中の $\times$ 印は[数5]によって計算された重心位置である。

【0141】図20(a)から図20(b)の変化にお

いては、指先が少し向かって右の方へ動いている。これにしたがって画素249の値が少し小さくなり、画素250の値が少し大きくなった。重心位置(×印)は、やや右方向に移動した。この場合には指の移動に従って重心位置も変化している。

【0142】図20(b)から図20(c)の変化においては、最大画素の座標が変わるので、小領域Γの位置が変わっている。いま最大画素位置が変わる直前直後の状態を考えてみる。この時、図20(b)における、画素249と画素250はその値はほとんど同じである。

【0143】それにもかかわらず【数5】を用いた場合は、その周りの画素の重みで、重心位置は画素249と250の midpoint よりも、中心側(左側)にずれる。

【0144】一方、最大画素位置が変わった直後も、画素249と250の値はほとんど同じであるが、やはり周りの画素の重みで、重心位置は中心側(右側)にずれる。このことは、最大画素位置が変わる前後において、重心位置が滑らかに移動しないことを表す。

【0145】別の言い方をすると、画素249と250のちょうど midpoint のあたりをポイントすることが難しいということになる。【数6】を用いた場合は、小領域内の全画素からその小領域内の最小画素値を引いているため、周辺画素による影響が少なく、最大画素位置が変化する直前直後においては、重心位置は、この2つの点の midpoint 付近に存在するようになる。

【0146】ポインティング位置計算においてどちらの式を用いるかは、一画素の占める領域の大きさと指の大きさの関係、求められるポインティング位置の精度、などによって決定される。一画素の占める領域が小さい場合(反射光画像の解像度が比較的高いとき)、あるいは要求精度が低い場合は、重心計算はそれほど重要ではない。

【0147】また、ポインティング位置にヒステリシス特性を持たせることによって、より良好にポインティングが行えるようにすることも出来る。例えば、小数点以下第2位を四捨五入して0.1画素単位で(この画素は反射光画像の画素)ポインティング位置を求める場合、10.05近くの座標値が得られる場合、四捨五入によって10.0と10.1の値が不安定に交互に現れてしまう。

【0148】カーソルを表示したときはそのカーソルがばたついてしまう。計算された座標値の変化が小さい場合は、大きくなるときは小数点以下第2位が0.07を越えたとき、0.1増加させ、小さくなっているときは小数点以下第2位が0.03を割ったとき、0.1減少させる、といったヒステリシス特性を持たせることによって、不安定にポインティング座標が求められてしまうのを防ぐことが出来る。

【0149】小領域内の画素値の最大値が、指先の距離を反映しているので、これを用いて3次元ポインティン

グを行うことが可能である。また先の例のように、指で押すという動作を奥行き方向の動きとして捕らえれば、クリックを実現することが出来る。

【0150】以上で、指が上方(受光系の光軸と垂直な方向)に伸びているときと手前(受光系の方)に伸びているときの2つの場合について、指先位置を反射光画像の解像度より高い精度で検出する方法について説明した。実際の使用においては、指の伸びる方向はどちらかに決められないことが多い。使う人によって指を伸ばす向きが異なるし、また同じ人が使っていても場合によって向きが変わってしまうことはよくある。

【0151】従って、いま指がどちらに向かって伸びているのかを判断して、それに応じた検出方法を用いることによって、どちらの方向を指が向いていても指先位置を安定して求められるようになる。

【0152】以上で求められた指先位置を使って、画面のカーソルを制御する。指先位置と画面内のカーソル位置を対応づけておけば、指を差し出したときその場所に対応した場所にカーソルが表示される。また指を動かせばカーソルも動く。指を引っ込めれば、カーソルは消える。ただこれだけでは、マウスのボタンに対応するものがない。

【0153】マウスのボタンを押す(クリックする)代わりにここでは、カーソルを静止させる。図21の構成でこれを実現することができる。指先位置検出手段251はこれまでに説明してきたように、反射光画像の解像度より高い精度で指先の位置を求める。カーソル位置決定手段252は、この指位置をもとにカーソルを表示する位置を決定する。一番単純な方法は、指先位置とカーソル位置を1対1に対応させるものである。

【0154】しかし、求められた指先位置には、ノイズが含まれていたり、人の手の微少な振動が含まれるので、単純に指先位置からカーソル位置を一意に決めてしまうと、カーソルが微少に振動してしまう。微少振動しない程度に量子化してしまうこともできるが、その場合精度が落ちてしまう。過去数フレームにおける指先位置を用いて、ローパスフィルタをかけると、微少な振動が抑えられる。

【0155】例えば、最新の指先位置を(x0, y0)として、nフレーム前の指先位置を(xn, yn)とすると、

【0156】

【数7】

$$(x, y) = \left( \sum_{i=0}^k a_i \cdot x_i, \sum_{i=0}^k a_i \cdot y_i \right)$$

によって、カーソル位置(x, y)を決定する。ここでkは何フレーム前までの指先位置を考慮に入れるかを表し、これが大きすぎると、指の動きに対してカーソルの動きが遅れて反応するようになる。またaiは過去の各

位置に対する重みづけである。

【0157】また、ある時点でカーソル位置を決定した後、新しい位置が元の位置からある決められた距離以上離れるまでは、元の位置を静止させたままにしておく、という処理も考えられる。これによって、微少な変動があってもカーソル位置は全く変化せず、指を大きく動かしたときだけカーソルが動く。

【0158】また、微少に変動するときは動く方向が定まらないことを利用して、同一方向にある回数以上動くまではカーソルを静止させておき、それ以上同じ方向に変化したら、カーソル位置を更新する、という方法もある。

【0159】カーソル表示部253は、カーソル位置決定手段252によって決められたカーソル位置に従って、画面上にカーソルを表示する。カーソル静止状態検出手段は、カーソル位置の時間的な変化を監視しており、決められた時間以上静止状態にある（あるいは動きが少ない）ことを検出したら、クリック信号255を発生させる。この構成により、指先でカーソルを動かし、静止させることによってクリック動作をさせることができる。

【0160】マウスなどを用いる場合は、クリック動作はボタンを押すなどして操作者が明示的に行う。しかし、カーソルを静止させることによりクリック信号が発生するようにすると、操作者が気付かない間にクリックしていることもある。このことが不都合を生じる場合もある。カーソル表示部がクリック信号の発生を監視していて、クリック信号があったときカーソルの形状を変化させるようにすると、操作者にクリックが起こったことをフィードバックすることができる。

【0161】プルダウンメニューの中から1つを選択する作業を考えてみる。まず指を差し出すことでカーソルが現れるので、まず操作者は指を動かして、カーソルをメニューの項目の所へ動かす。カーソルをメニュー項目の上に移動させて一定時間静止させると、プルダウンメニューが現れる。ここでさらに指を下方に動かすと、メニューを反転させながらカーソルが動く。希望のメニューの所でまたカーソルを静止させると、そのメニューコマンドが起動される。マウスなどを用いるときはマウスを操作していないときは常にカーソルは静止しているため、この方法では誤操作が多いように一見思えるかもしれない。

【0162】しかし、本実施例においては、指を差し出してないときはカーソルは現れていないし、指を出すときは「あのメニューを選択しよう」等目的を持っているため、目標の場所にカーソルが到達する前にカーソルが静止することはあまりない。従って、本実施例においては、カーソルを静止させることでクリック動作を代用することは自然である。

【0163】上の例では指先の画像から、その先端部分

を切り出し、その重心を求めただけであった。これにより2次元的なポインティング、例えば、コンピュータ画面上のポインティングが実現できた。ここでは、さらに奥行き方向の動き（受光系に近づく／遠ざかる）を反映した特徴量を捕らえ、2次元情報+ $\alpha$ あるいは3次元情報を入力することができる。

【0164】例えば、奥行き方向の動きを監視しておき、ボタンを押すように、「少し近づいて少し戻る」という動きを検出した場合に、マウスのクリックに対応する信号を発生させることができる。これにより、指でカーソルを動かし、「押す」動作をすることで、メニューを選択をさせたりすることができる。また、厳密に指までの距離を入力することはできないが、相対的に「近づいた」「遠ざかった」という検出はできるので、表示でのフィードバックと組み合わせれば3次元位置情報を入力することができる。

【0165】指が上方に伸びている場合、指が奥行き方向に動くと、指からの反射光を受光している受光素子の受光量が増減する。また1つの受光素子の出力だけでなく、指の占める画素の数も増える。近づいてくると、伸ばした指の幅が、例えば1.5画素分→2画素分というように大きくなる。先の実施例で、棒状物体検出をする際に、水平ラインを走査し、同じ位置に部分画素があるラインが続いたとき、棒状物体があると判定した。ここで1ラインでの部分画素の画素値合計が距離に対応する量として利用できる。

【0166】指が手前に伸びている場合は、前述の小領域 $\Gamma$ の中の画素値合計が、距離に対応する量として用いることができる。

【0167】また、距離情報を抽出するだけでなく、適切な小領域の大きさを決定するための情報として利用することができる。例えば、小領域 $\Gamma$ に対して、指先が大きすぎる場合、小領域 $\Gamma$ の中のすべての画素が同じ程度に高い値を持つ。このような場合、最大点の候補がたくさんあり、最大点位置が安定的に求まらないため、小領域を大きくする。

【0168】また、このような場合、最大点を単純に小領域 $\Gamma$ の中心にするのではなく、ある値以上の画素の固まりの中心を $\Gamma$ の中心と一致させ、ある値よりも小さい画素が周辺に入る程度に $\Gamma$ のサイズを大きくする。

【0169】「押す」だけでなく、様々な指先のジェスチャーをコマンドとして利用することも効果的である。図22の構成により、操作者の指の動きを認識して入力情報として利用することができる。例えばあるアイコンの上にカーソルを移動させて、チェックマークの形「■」に指を動かすと、そのアイコンに関連づけられたコマンドが起動する、円を描くとその中のオブジェクトが選択される等、といった具合に利用することができる。カーソルまたは指先位置動き検出手段256が、指先あるいはカーソルの動きを監視しており、あらかじめ

登録された動きが合った場合にそれに対応するコマンドやクリック信号257を出力する。

【0170】カーソル位置とボタンの状態とを関連づけて、入力情報とする実施例について説明する。例えば、指を動かしてカーソルをあるメニューの上に動かしたところで、ボタンを押すとメニューが選択される、または、あるアイコンの上でボタンを押したまま、さらに指を動かすとアイコンを移動できるなど、マウスのボタンの同じように用いてクリックやドラッグなどの操作ができるようになる。ボタンは操作者の画面を差している手と反対の手で押しやすい所に配置されているのが望ましい。

【0171】これにより、指を静止させたり、「押す」動作をさせるよりは、高速にクリック操作などをすることができ。また、操作したという確実な実感を操作者に与えることもできる。これは、両手が自由に使えるような場合に有効である。逆に腕時計型の超小型携帯情報機器を左腕に装着して右手でカーソル操作したり、小型の携帯端末を左手に持って右手でカーソル操作するような場合は、片手でクリック操作ができる方が望ましい。

(実施例2の効果) 第2の実施例によれば、装着物なしにポインティングが行えるので、ユーザへの負担を大きく軽減できる。

(実施例3) 第3の実施例は手振りなどを簡易に認識するジェスチャカメラとそれを3次元空間でのポインティングデバイスとして応用した場合の実施例である。

【0172】以下、図面に沿って本実施例の動作について説明する。

【0173】図23は図1の特徴情報生成手段の第3の実施例における概略構成を示したものである。反射光抽出手段が抽出した距離情報を、例えば、図24のように、 $N \times N$ の行列の形式で記憶する距離画像記憶手段331と、形状記憶手段332に記憶された形状解釈規則をもとに、距離画像記憶手段331に記憶された距離行列の形状を解釈する形状解釈手段332とから構成されている。

【0174】図25は、図23の構成での、特徴情報生成手段における形状認識処理の流れを示す。

【0175】まず、反射光抽出手段102で、抽出された距離画像は、例えば、256階調で距離画像記憶手段331に書き込まれる(ステップ401)。

【0176】書き込まれた距離画像は、例えば、図24のような $N \times N$ ( $N$ は例えば、16)の行列として、形状解釈手段333に読み込まれる(ステップ402)。

【0177】形状解釈手段333では、あらかじめ設定されている閾値を元に、読みとった閾値に達しているセルのみを距離行列より、抽出する処理を行う(ステップ403)。さらに、ステップ404でのマッチングに必要な処理もここで行う。マッチングの手法にはいろいろある。例えば、画像からベクトルを抽出するベクトル化

とか形状モデルに基づいた形状の変形状態の抽出とか、走査線上の距離値に基づいたスペクトル解析などである。

【0178】ここでは、説明を容易にするために、形状を矩形に分割し、その矩形をもとに、マッチングを行う方法で、動作を説明する。

【0179】例えば、図24(a)、図24(b)、図24(c)はそれぞれ、人差し指を上向きに、右向きに、斜め上向きに向けた時の距離画像である。この距離画像に対し、最も強度の強いセル(図中では、色が濃いほど強度が強い)の中点を結んで、矩形を作る。その結果は、図24(a)、図24(b)、図24(c)に対して、それぞれ図24(d)、図24(e)、図24(f)のようになる。

【0180】その結果、作成された正規化された距離行列をもとに、ここでは例えば、図24(d)、図24(e)、図24(f)のように、矩形に切り出され、ステップ404にて、形状記憶手段332に記憶されている形状とのマッチングを行う。

【0181】図26は形状記憶手段332に記憶されている形状解釈規則の一例である。例えば、図24(a)、図24(b)、図24(c)では、矩形は一つであるので、最初の規則1にマッチする。規則1のマッチング結果は、ポインティングであるので、次にポインティング規則に対して、マッチングを行う。ポインティング規則では、まず縦横チェックを行う。

【0182】図24(a)では、縦/横が1より大きいという規則にマッチする。その結果、傾きチェック2に行く。傾きチェック2では、傾きがほぼ0であり、距離の近い手段分(色の濃い手段分)が上方にある、つまり、重心が上にあるので、最初の規則にマッチし、その結果、上方に旋回という指示という結果になる。適合した形状があれば、その形状に対応した指示を出力する(ステップ405)。

【0183】もし、適合する形状がなければ、閾値を変更して(ステップ406)、再度、マッチング処理をやり直す。

【0184】3次元空間でのポインティングデバイスとして用いる場合には、奥行き座標が必要である。図27は、3次元ポインティングデバイスとして、指を用いるときの距離行列を示している。図27(a)は、人差し指がのび、他の指は曲がっている状態図27(a)と図27(b)は手振りとしては、同一であるが、最も近傍の手段分の距離が図27(a)より図27(b)の方が近づいている。図26の形状解釈規則から、図27

(a)、図27(b)ともに、規則1にマッチし、さらに、縦横チェックで、縦/横はほとんど1であるので、最初の規則にマッチする。ここで、オブジェクト選定/前進となっている。

【0185】2次元空間では、画面に向かって、さらに

前進することはできないので、オブジェクト選定が指示となる。オブジェクト選定は、例えば、図27(a)から図27(b)への遷移時間が一定以上であれば、カーソルがあるオブジェクトが選定されたと解釈する。

【0186】3次元空間の場合は、奥行き方向への前進が可能であるので、オブジェクト選定あるいは、前進が指示となる。オブジェクト選定の場合は、2次元の場合と同様に、図27(a)から図27(b)への遷移時間で判定する。

【0187】一方、前進の場合には、図27(a)から図27(b)で、距離が近づいているので、前進速度を速くするなどの調整を行うことができる。あるいは、図27(a)の状態では、実際の前進は行わず、次の手振りが図27(b)であったときに、その近づいた距離だけ前進するようにする。そのようにすれば、実際に視点が指先にあるように、視点を制御できるので、自然な操作を行える。

(実施例3の効果) 従来は、データグローブなど特殊な装置を装着しないと実現できなかった手振りの認識を容易に実現できる。また、従来の画像処理では、手の画像の切り出しが難しく認識が難しかったが、本装置によれば、切り出しが不要であるので、手振りの認識精度が上がるだけでなく、処理速度も大幅にアップする。処理は秒30回以上の処理が可能であることが、実験的に確認されている。これは、応答速度が理想とされるヒューマンインタフェースの条件である0.1秒を切っている。したがって、真に自然な操作を容易に行うことができるので、その効果は、絶大である。

(実施例3の変形例1) 図26の形状解釈規則は、あくまでも一例にすぎず、種々の変形が可能である。また、マッチングも簡単のために、矩形に分割する方法を示しているが、これも一例にすぎない。マッチング方法にあわせて、形状解釈規則も変わる。また、形状解釈の結果も対象となるアプリケーションにあわせて変わる。

【0188】また、実施例中で説明のために用いている距離行列は $16 \times 16$ であるが、これも、この配列に限定されるものではない。稠密に受光素子を配置できれば、例えば、 $64 \times 64$ 、あるいは $256 \times 256$ というような配列も可能である。行列の精度が高くなることに従い、マッチング方法も、形状解釈規則も変化することはいくまでもない。

(実施例3の変形例2) また、実施例では、手振り認識を3次元空間での指示など計算機への入力手段として、紹介しているが、必ずしも、これに限定されるものではない。例えば、テレビや照明器具などの電源入/切の指示手段として利用することも可能である。そのような場合、本来指示でないものまで、誤って認識する恐れがある。誤って指示されることを防ぐために、複数の形状の組み合わせにより、指示入力とする。例えば、手を開いた状態と閉じた状態を交互に行うなどである。

【0189】例えば、図28(a)、図28(b)、図28(c)は、二本指、握り拳、五本指での手振りの時の距離画像の例である。この図28(a)、図28

(b)、図28(c)をこの順でやると、例えば、電源

がはいり、逆に図28(c)、図28(b)、図28(a)とやると電源が切れるというようにしておく。このようにしておけば、本装置の前で、手や人間が動いたりしても、誤って認識して、電源が切れたりすることを防ぐことができる。

10 【0190】この様に複数のジェスチャの組み合わせで指示を与える場合の形状解釈手段3の形状解釈規則は例えば、図29のようになる。ここでは、簡単のために電源の入/切の場合に特化した解釈を想定している。矩形の数だけでは、1本指なのか、握り拳なのかの判断は付かない。ここでは、面積が閾値 $\alpha$ を大幅に越えたときに握り拳であると判定している。

20 【0191】このように複数のジェスチャを組み合わせることにより、特別な道具を必要とせず、かつ誤動作なく、照明器具の電源のオン/オフなどの操作を容易にかつ自然に実現することができる。また、照明器具やTVなどの家電機器のスイッチのオン/オフ以外にも、銀行のキャッシュディスペンサ(ATM)や、駅の自動券売機などの入力デバイスとしての応用も可能である。

(実施例3の変形例3) 実施例3では、手の形状を解釈する場合を説明しているが、必ずしも、これに限定されるものではない。例えば、顔の向きを認識して、視点情報を制御することも可能である。

30 【0192】図30は、画面に対して、顔の向き(つまり視点の向き)が変化する場合の概略を示すため、画面と画面に対して人間と、画面の中にある3次元物体(円柱、四角錐、球)を真上から見た図である。視点1、2、3は画面に対して、人の顔が向いている向きを示している。

40 【0193】視点1は画面に対して、正面に向いている。視点2は画面に対して、右向き(左頬が画面に近くなるような向き)になっている。視点3は画面に対して、左向き(右頬が画面に近くなるような向き)になっている。実際に、これらの視点から見える3次元物体は、図31のようになる。つまり、視点1では、3つの物体がすべて見えているが、視点2では、左端にある円柱がかけている。これに対し、視点3では、右端にある球が全く見えない状態である。

50 【0194】このような視点の変更を行うのに、指を使ってやる方法もある。たとえば、指を画面に対して、垂直に向けた状態(図27(a))を、視点1の指示とする、指を画面に対して、右に向けた状態(図24(b))を、視点2の指示とする、というようにである。このような手により視点を制御するときの問題は、現実世界の視点の制御と大きく操作性が異なるという点である。

【0195】現実世界では、右を向けば、右の方にある物体を見、左に向けば左の方の物体を見ることができるように、顔の向きで視点を制御している（誰も制御するなど大袈裟なことをしているとは、認識していないが）。指は見えている物体のなかの特定のものを指示するときに使用するのであって、視点を換えたりするのに使っていない。この点、従来のVR技術で用いる、データグローブやスペースマウスなどは自然な操作感を実現できないという問題があった。

【0196】この実施例3の変形例3は、その自然な操作感を実現するものである。図32は顔の向きを本画像入力生成装置によって取得したときの距離画像の例である。図32(a)は視点1の顔が正面を向いている状態、図32(b)は視点2の顔が右を向いている状態、図32(c)が顔が左を向いている状態である。図32(d), 図32(e), 図32(f)はそれぞれから矩形を切り出した図である。

【0197】ここでは、顔全体にあたる矩形と、鼻にあたる矩形を切り出すために、最も遠いセル（濃度の薄いセル、顔全体にあたる）と、最も近いセル（濃度の濃いセル、鼻にあたる）、およびその上方に一手段だけある距離の遠いセル（濃度の薄いセル、目にあたる）を用いて、3つの矩形を作りだしている。

【0198】図33は、動体視差のための形状解釈規則の一例である。ここでは、簡単のために、顔の向きの認識だけに特化した解釈規則の一例を示している。規則1は、顔と鼻にあたる2つの矩形が切り出されているかをチェックしている。ない場合は、規則2で、ここでは特に何の処理も行わない（NULL）。

【0199】2つの矩形があった場合には、顔チェックの規則で、大きい矩形が遠くにあり、小さい矩形が近くにあるという関係になっているかをチェックする。なっていないければ、顔以外のものが写っていると解釈して、ここでは特に何の処理も行わない（NULL）。2つの矩形が正しい関係にあったとき、初めて、視点方向の算出を行う。算出式は以下のようなものである。

【0200】

【数8】

$$L \neq 0 \rightarrow \text{視点方向} = \arcsin((L - R) / L)$$

$$L = 0 \rightarrow \text{視点方向} = -90^\circ$$

Lが0の場合は、左向き90度で鼻が一番左端にきているという解釈なので、ここでは、-90度となる。正面を向いているときは、LとRは等しいので、分子は0になり、視点方向は0度になる。LがRより大きければ、それだけ右向きになっていく。R=0で90度となり、鼻が一番右にきている状態であり、顔が完全に右向きになっている。

【0201】この変形例では、左右の視点移動について述べたが、同様に、上からのぞき込んだような視点

や下から見上げるような視点制御も可能である。この場合は、顔に対する鼻の上下の位置をとればよい。

【0202】以上のような解釈により、顔の向きに応じた視点変更が可能になり、自然な操作が実現できる。本画像入力生成装置が小型になれば、携帯情報機器の入力デバイスとして用いることができる。この様な場合には、顔に対して、携帯情報端末の位置を変更することができる（図34）。

【0203】顔を動かす代わりに端末の方を手で動かしても、視点1、2、3の顔の向きは図32のようになるので、図31にあるような、視点制御を行うことができる。上下方向に関しても同様である。このようにすれば、真の動体視差が実現できる。つまり、ユーザはあたかも大きな3次元空間を携帯情報端末の画面というウィンドウを通して試みるという、真に直接的な操作感を実現できる。

【0204】（実施例4）第3の実施例は、形状を認識することで、計算機に対する指示に変換するものである。電源をいれたり、切ったりなどの操作をするには便利である。しかし、アニメーションでキャラクタに動きをつけたり、動く速さを変えたりするような操作をするには残念ながら不向きである。形状の認識だけでやろうとすると、例えば、速さを調整するスライダーなどを操作する形式になり、直接に動きを制御することができない。

【0205】この実施例4はこの問題を解決するために、動き（モーション）の入力ができるようにしたものである。以下、図面に沿って本発明の動作について説明する。図35は第4の実施例における特徴情報生成手段の概略構成図である。図23の形状解釈手段333の代わりに、画像変化抽出手段343が、形状記憶手段332の代わりに比較位置記憶手段342がある形になっている。

【0206】比較位置手段342には、動きベクトルを算出するために、比較したい現在より以前の位置、例えば、Mフレーム前の重心点、あるいは最近点など画像変化抽出手段343により算出された位置を格納している。

【0207】画像変化抽出手段343は、距離行列を解析して、例えば、重心点、最近点などの変化などにより、動きベクトルを抽出するものである。重心点や最近点などの算出に関しては、手振りの微動による誤差をMフレーム分の平均をとることで相殺する。つまり、第i番目のフレームにおける重心点(Xn, Yn)は、

【0208】

【数9】

$$X_n = \sum_{j=0}^{M-1} X_{i-j} / M$$

$$Y_n = \sum_{j=0}^{M-1} Y_{i-j} / M$$

その処理の流れは、図36のようになっている。まず、処理に先立って、ステップ901で、比較位置記憶手段342の内容を初期化して、空にする。次に、距離画像を記憶に格納する(ステップ902)。この距離行列を読み出し(ステップ903)、例えば、重心点を算出する(ステップ904)。重心点の算出は例えば以下のようになる。

【0209】第1回目は、重心点( $X_{n-1}$ ,  $Y_{n-1}$ )が比較位置記憶手段342に記憶されていないので(ステップ905)、まず、比較位置記憶手段342に格納する(ステップ907)。

【0210】次に重心点( $X_n$ ,  $Y_n$ )を算出したときには、比較位置記憶手段342には、Mフレーム前の( $X_{n-1}$ ,  $Y_{n-1}$ )が記憶されている。( $X_{n-1}$ ,  $Y_{n-1}$ )から( $X_n$ ,  $Y_n$ )までに変化するのに要した時間は $M \cdot 1/30 = M/30$ 秒である。従って、変化分( $(X_n, Y_n) - (X_{n-1}, Y_{n-1})$ )をこの時間で割ったものが動きベクトルなる。その結果は、以下のようである。

【0211】

【数10】

$$v = (X_n, Y_n) - (X_{n-1}, Y_{n-1}) / M - 30$$

抽出された動きベクトルを使って、アニメーションに動きをつける例を説明する。図37の左側の人形のキャラクタの例えば、両手の位置を動かすと右側のようになる。動きベクトル $v$ の値が大きければ、動きが速くなるので、人形の手の動きが大きくなり、激しい動きとなる。逆に値が小さければ、動きは遅くなり、ゆるやかな動きになる。

【0212】上の例では、画像変化抽出手段343が動きベクトルを算出する例を述べたが、必ずしもこれに限定される訳ではない。これ以外に、動きベクトルから、振れ幅のみ、あるいは速度のみ、さらには角度を算出することも可能である。この場合は、たとえば、図36の処理の流れのステップ906をステップ908、あるいはステップ909、910でおきかえればよい。

【0213】たとえば、X方向の変化量を振れ幅として抽出し、Y方向の動きを速度として、図38にあるように、振れ幅で人形の位置を制御し、速度で人形の動く速さを制御するということも可能である。あるいは、指の振り角により、人形の首振りの角度を制御することも可能である。この場合には、単に重心を取るだけでは、正確に重心がとれない。

【0214】つまり、図39(a)にあるように、t時

のときの指と、そこから振った(t+1)時の時の指では、指の支点がずれるので、角度は実際の角度のより大きくなってしまう。多少、実際の指のふれよりも大袈裟な動作になってもよい場合には、この振り角をそのまま使うのでも問題ない。が、細かい動きなどをつけたいときには、不便である。

【0215】これを防ぐためには、図39(b)にあるようにt時の指と(t+1)時の指の支点を一致させ、その上で、重心を算出せねばならない。具体的には、t時の指の支点を( $X_{st}$ ,  $Y_{st}$ )、重心を( $X_{bt}$ ,  $Y_{bt}$ )とし、(t+1)時の指の支点( $X_{st+1}$ ,  $Y_{st+1}$ )、重心( $X_{bt+1}$ ,  $Y_{bt+1}$ )とする。t時の指の支点で、(t+1)時の指の支点と重心を補正したものをそれぞれ( $X'_{st+1}$ ,  $Y'_{st+1}$ )、( $X'_{bt+1}$ ,  $Y'_{bt+1}$ )とすると、次のようになる。

【0216】

【数11】

$$X'_{st+1} = X_{st+1} - X_{st}$$

$$Y'_{st+1} = Y_{st+1} - Y_{st}$$

$$X'_{bt+1} = X_{bt+1} - X_{st}$$

$$Y'_{bt+1} = Y_{bt+1} - Y_{st}$$

これらを使って振り角を求めると、次のようになる。

【0217】

【数12】

$$\text{振り角 } \alpha = 2\arcsin(r/2l)$$

$$r = |(X'_{bt+1}, Y'_{bt+1}) - (X_{bt}, Y_{bt})|$$

$$l = |(X_{bt}, Y_{bt}) - (X_{st}, Y_{st})|$$

このようにして求めた振り角を使えば、例えば図40のように、腕の肘から下の手段分と脚の膝から下の手段分を、この振り角で振り、歩くモーションを任意につけることが可能となる。あるいは図41のへびのキャラクタの口をこの振り角で動かすと、口がぱくぱく動かすことが可能である。指の振り方を変化させれば、せりふにあわせて口をぱくぱくさせ、しゃべっている感じを容易に出せる。

【0218】また、直接ユーザが自分の口をぱくぱく動作させてへびのキャラクタの口を動かすことも可能である。例えば、図42(a)、図42(b)、図42

(c)は画像生成装置に向かって口を動かしたところである。図42(a)と図42(c)は、口を開けたところ、図42(b)は閉じたところである。口の開いた長さ $m$ は図42(a)、図42(b)、図42(c)から求める。口の長さは平均的な値(例えば $\beta$ とする)を用いて、振り角を以下のように求める。

【0219】

【数13】

$$r = \arctan(m/2\beta)$$



これを使ってヘビの口を動かす。あるいは、口を開いた長さ $m$ をそのままヘビの口の開閉に用いる方法も可能である。

【0220】（実施例4の効果）従来の操作では、動きをコントロールするスライダを操作するというように間接的な操作であったので、経験の少ないユーザにとっては自分の思いとおりの動きをつけることがはなはだ困難であった。これに対し、本実施例によれば、ユーザはアニメーションのキャラクタをみながら身ぶりをすると、その身ぶりにそってキャラクタが動くという、完全に直接的な操作を行うことができるので、その効果は絶大である。

【0221】（実施例4の変形例1）図30では重心点の抽出を例に処理の流れを説明しているが、これに必ずしも縛られるものではない。最近点や、距離画像中である距離以下で、X方向で最も上位にある点、あるいはY方向で、最も右にある点などの、種々の点をとることが可能である。

【0222】さらに画像変化抽出手段は実施例2に示したように1種類だけの变化を抽出するだけでなく、複数の種類の変化を抽出することが可能である。例えば、重心点と面積を抽出したとする。面積は距離行列から、ある閾値以上のセルの個数を数え上げることが得られる。その際、誤差を小さくするために、Mフレーム分の平均を取るようにする。重心点により、両手の変位を与え、面積により、キャラクタ全体の大きさを指示するようにしておく。すると、手を開いたり結んだりしながら位置を変化させると、キャラクタの大きさが変化しつつ両手を動かすと言うアニメーションが実現できる。

【0223】このように、本装置によれば、距離情報の他の情報（例えば、面積など）を使って、認識の精度を上げ、低価格、高速で、かつ自然な操作性を実現することが可能である。また、これにより、キャラクタに対する複数の指示をなんら難しい操作を覚えることなく、実現できる。

【0224】実施例3あるいは実施例4において、指や手、あるいは顔を使った操作について紹介しているが、これらの操作に限定されるものではない。例えば、両手を使って、左手の動きはキャラクタの左手、あるいは左足の手段分、キャラクタの動きは人形の右手、右足の手段分に割り付け、ちょうど、人形の振り付け師が人形に動作を振り付けるように操ることも可能である。あるいは影絵で犬の形をつくって動かす身ぶりにより、キャラクタに動きをつけることも可能である。

【0225】また、実施例4では、2次元のアニメーションのキャラクタに対する操作を例に説明しているが、必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、重心点で奥行き座標までとれば、3次元のアニメーションのキャラクタに対し、操作することも可能である。あるいは、幼児のリズム感の教育などに用いる場合には、X方

向のみの変異分をとり、それよりキャラクタの頭を動かすようにすれば、幼児は容易に自らのリズムを目でみて確認できる。また、実施例3のように、幼児の手の動きにあわせて、キャラクタに動きをつけて目に見える形式にする以外に、音を発生させるなど、CG以外の他のメディアへのパラメータとして用いることも可能である。

【0226】さらに実施例4では、身ぶりだけでモーションをつける実現例であるが、他の入力デバイスとの併用も可能である。例えば、右手の動きにあわせて対象の物体を回転させているときに、現在位置で一時対象物体の動きをホールドして、右手の動きをもう一度もとに戻して、さらにホールドさせた位置から回転させたいというような場合がある。このような時にホールドを指示したり、解除したりするのに、ホールド指示のメニューボタンを左手で押すことにより実現できる。あるいは、あるモーションをつけたときにその一連のモーションを保存したいときに記憶を指示するメニューボタンを押すという操作で実現できる。

【0227】このように、本装置によれば、簡単なメニューボタンでは容易に実現できないようなモーション付けなどの操作と、単純にメニューボタンを押せばよい操作とを、ユーザに違和感なく並行して行うことができ、その効果は大きい。

【0228】（実施例4の変形例2）図43は実施例4の別の変形例の概略構成図である。図35の構成では、動きベクトルなど画像の変化分のみを抽出して、アニメーションのキャラクタに動きをつけるのに用いていた。一方、図23の構成では、距離画像を静止画として認識して、身ぶりの解釈を行って、その結果を指示として用いていた。

【0229】これに対し、図43は、多くのパラメータを距離画像から抽出して、複雑なキャラクタの動きを制御するパラメータに割り当てられるようにするものである。そのために、画像変化抽出手段343と、形状解釈手段333の双方が組み込まれた構成になっている。もちろん、画像変化抽出手段343のみで、複数のパラメータ抽出できるので、形状解釈手段333が必ずしも含まれる必要はない。同様に形状解釈手段333においても、身ぶりの認識結果以外にも、面積や重心の値を抽出できるので、これだけでも複数のパラメータを抽出できるので、必ずしも、画像変化抽出手段343が含まれる必要もない。

【0230】パラメータマッチング手段344は、形状解釈手段333や画像変化抽出手段343により抽出された複数のパラメータを、キャラクタの動きの制御のどの手段分に適用するかを決定するものである。一方、キャラクタ制御手段345はパラメータマッチング手段344により割り付けられたパラメータに従って、実際に、キャラクタの動きの計算を行う手段分である。その結果を描画するのが、描画手段346である。



【0231】パラメータマッチング手段344では、ユーザの学習を容易にするため、ニューラルネットワークやGA (Genetic Algorithm) などの種々の最適化手法を用いて、パラメータの割り付けを制御することが可能である。あるいは、パラメータごとにどの手段分に適用するのか、あらかじめパラメータマッチング手段344が決めておく方法も可能である。例えば、図41のヘビのキャラクタを例に取れば、面積はヘビの大きさ、速度はヘビの尻尾をふる速さ、指の位置はヘビの位置というようにである。

【0232】さらに、パラメータの変化の大きさに応じて、どの手段分に適用するか決めておくことも可能である。まず、最初に手を動かしてみて、最も変化の激しいパラメータをヘビの尻尾の速さ、変化の少ないパラメータをヘビの大きさというように決める。次に手を動かすときには、最初のキャリブレーションにより決定されたパラメータに従う。

【0233】この変形例2によれば、ユーザは実際に指や手を動かし、それに応じてキャラクタが変化するのを見ながら、キャラクタへの動作付けを簡単に習得できるだけでなく、複雑な動きをつけることが可能となる。また、ここでは、アニメーションのキャラクタのモーション付けへの適用を中心の述べているが、必ずしも、これに限定されるものではない。アニメーション以外には、音楽の演奏や、画像への特殊効果づけなどに適用することも可能である。例えば、手の左右の振りでリズム、手のジェスチャにより奏でる音程を制御して、音楽を演奏することもできる。

【0234】あるいは、手の左右の振りで、画像のワイプの速さ、手の回転にあわせて文字を回転させるなどの、プレゼンテーションにおける特殊表示効果を制御することも可能である。このような種々のアプリケーションへの適用が可能であり、ここに記述した実施例に限定されるものではない。また、図44は、図43の構成におけるGUI (グラフィカル・ユーザ・インタフェース) の画面の一例を示したものである。このGUIでは、ジェスチャを限定したいときに、画面の下に並んでいるアイコンから、限定したいジェスチャを選択するようになっている。

【0235】例えば、最も左にあるアイコンは、指先を動かすことでX軸方向の動きをつけられることを示している。同様にその右にあるアイコンは、指先を動かすことで、Y軸方向の動きをつけられる。その右のアイコンは、Z軸方向の動きをつけられる。これに対し、右から2番目のアイコンは、「ゲー」「チョキ」「パー」の3つの形状が重なっている。

【0236】これは、このアイコンを選択するとこの3つのジェスチャを認識できるように形状規則手段332に格納されている規則が切り替わり、それに応じた解釈を形状解釈手段333がおこなえることを示している。

同様に最も右側のアイコンは「ゲー」「パー」の2つの形状が重なっており、この2つの形状に特化して認識できるようになる。

【0237】図44では、重なった状態でのアイコンが表示されているが、これらのアイコンは必ずしも静止している状態である必要はない、例えば、「ゲー」「チョキ」「パー」の3つの形状が次々に表示され、アニメーション的に表示し、この3つの形状を認識できることを示したり、あるいは指が左右に動いて、X軸方向の動きをとれることを示したりすることも可能である。

【0238】また、これらのアイコンを複数選択することで、限定の幅を広げることも可能である。このとき、組み合わせた認識ができない場合には、例えば、あるアイコンを選んだときに選択できないアイコンは、フェードアウトし、選択しようとしても、選択できなくなる。図45では、右から2番目の「ゲー」「チョキ」「パー」のアイコンを選択すると、それに組み合わせて、一番右の「ゲー」「パー」のアイコンが選択できないので、このアイコンがフェードアウトして表示されている。

【0239】また、図43のようなGUIの構成になっていると、ユーザがあらたな身ぶりを登録した場合も、その新しい身ぶりはアイコンとなって、表示することができる。そのときにアイコンに表示されるのは、距離画像を簡略化したものである。従って、別のユーザでも、そのアイコン表示をみて、新たなアイコンの身ぶりをまねして、新たなアイコンを使ってみることが容易に行える。つまり、図43のようなGUIにより、ユーザ間で容易にモーションをつけるための知識を容易に共有し、容易に学習できるので、その効果は絶大である。

【0240】(実施例5) 動画像圧縮技術は急速に進展しているが、まだまだ携帯型の端末装置で、良好に動画像を表示することは難しい。有用な情報だけ伝送して、表示できるようにすれば、通信コストを下げ、かつ携帯端末の低消費電力化、低価格化が可能となる。

【0241】このためには、例えば、TV電話においては、双方の顔だけ切り出して送るようにしたい。また、電子会議の議事録などにおいて、クローズアップされた発言者の顔だけ注目して、検索を行いたいということが生じる。実施例5は、このような画像から、特定の対象のみを切り出すためのクロマキーカメラの実現例について説明するものである。図46は、実施例5の概略構成図である。

【0242】実施例3、4と同じく、反射画像を記憶する距離画像記憶手段331がある(ここでは、距離は必ずしも記憶する必要がなく、各セルごとに受光すれば「1」、受光しなければ「0」を設定することで作成される反射行列でも十分である)。これと並列に、ビデオなど、CCDカメラとして使われている可視光の受光素子アレイ351と、それを記憶する画像記憶手段352

がある。画像記憶手段352に記憶されている画像情報と、距離画像記憶手段331に記憶されている距離画像を比較し、特定の画像のみを切り出す切り出し手段353と、切り出された画像を記憶する切り出し画像記憶手段354とから構成されている。

【0243】図46では、可視光の受光手段351が反射光抽出手段2とは並列であるが、実装上は、必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、図47のように、同一の受光素子アレイのなかに、あるものは近赤外の受光素子であり、あるものは可視光の受光素子であるように配置して、受光レンズを共有し、小型化、軽量化を図ることも十分可能である。図48は、切り出し手段353にて行われる切り出し処理の概要を示したものである。図48で、原画像というのが、可視受光アレイ351で受光した画像である。画像記憶手段352には、これが記憶される。

【0244】一方のマスクが反射光抽出手段2により受光された反射画像である。これが反射行列として、距離画像記憶手段331に記憶されている。切り出し手段353は、原画像とマスクを重ね合わせ、重ねあった手段分だけを残すことで、図48の最下段にあるような切り出し画像を得ることができる。この切り出し画像は切り出し画像記憶手段354に記憶される。

【0245】反射光抽出手段2および可視光受光アレイ351での受光を完全に並行して行くと、毎秒30回の受光をおこなう（通常のビデオのフレームレートが30枚/秒）。切り出し手段353での切り出し速度が十分早ければ、毎秒30回の更新が可能である。その場合は、受光した度に、つまり毎秒30回、画像記憶手段352と距離画像記憶手段331に記憶された画像も更新するようにすればよいので、画像記憶手段352と距離画像記憶手段331記憶容量は小さくてよい。

【0246】一方、切り出し速度が十分早くなければ、画像記憶手段352と、距離画像記憶手段331には、直前のフレーム分の画像、あるいは距離画像を記憶するためのバッファが必要となるが、このバッファに記憶された前のフレーム分と現在のフレーム分とを加算平均したものを対象に切り出し処理を行うことで、単に速度を補うだけでなく、S/N比の向上もはかれる。

【0247】次に切り出された画像の利用方法について述べる。例えば、電子会議などの会議録システムでは、現状は図46の画像記憶手段352に記憶された動画像をビデオテープなどに録画するか、あるいは、MPEG2などで圧縮して記録する方法がとられている。しかし、これらの方法では、発言者以外の画像など、議事録としてさほど重要でない動画情報までも記録することになり、無駄に記録することになるだけでなく、発言内容を重視して再生するなどの効率のよい再生ができない。

【0248】これに対し、本実施例によれば、発言者などの特定手段分だけを切り出すことができる（図48の

切り出し画像が、発言者に相当する）。その切り出し画像を記録することにより、記録容量を大幅に（数分の1から数十分の1）削減できるだけでなく、無駄のない再生を行うことができる。その場合の概略構成は、例えば、図49のようになる。切り出し画像（圧縮）記録手段355は、切り出し画像をそのままビデオ信号として記録するか、あるいはMPEG2エンコーダなどにより、圧縮して記録する。

【0249】あるいは、切り出し画像を記憶するかわりに転送することもできる。この場合も、従来余分に送っていた背景画像を省略できるので、伝送量を大幅に削減できる。この場合の概略構成は、例えば、図50のようになる。（圧縮）送信手段356は、切り出し画像をそのままビデオ信号として送信するか、あるいはMPEG2エンコーダなどにより、圧縮して送信する。切り出された画像をもちいれば、例えば、図51のように別の背景と重ねあわせるなどのクロマキーを非常に簡単に行うことができる。その場合の構成は例えば、図52のようになる。

【0250】画像合成手段357は、背景画像記憶手段358などの蓄えられた、例えば、図51の左上の地図のような背景画像に対し、別途入力された位置に切り出し画像を図51の下にあるように合成して、出力する。背景画像が圧縮されて記憶されている場合には、画像合成手段21で、復号（デコード）を行った上で合成する。もちろん、あらかじめ記録されている切り出し画像を用いた合成も可能である。また、複数の切り出し画像を用いた合成も可能である。

【0251】（実施例5の効果）従来は動画像から特定の手段分だけを切り取るには、人手で切り出す手段分を特定するなどの作業を行わねばならず、大変な労力をかけていたが、本実施例によれば、キャラクタ手段分などのマスクを反射行列により、容易に作り出すことができるので、従来の労力を大幅に削減することができるので、その効果は絶大である。

【0252】また、電子会議などにおいて、発言者の顔などをインデックスとして利用するような会議録システムへの応用などにより、検索に必要な情報の入力作業も大幅に軽減することができる。

（実施例5の変形例）本実施例では、反射光抽出手段2と可視光の受光アレイ351とが同時に受光するようになっているが、必ずしも、これに限定されるものではない。例えば、図53のように、切り替え手段359により、切り替えて受光することも可能である。切り替え周期が60Hzであれば、可視光と近赤外でそれぞれ30Hzで受光できる。

【0253】また、図47では、可視光の受光アレイ351の中に、近赤外の受光アレイ1が並ぶ配置になっているが、これに、必ずしも、限定されるものではない。例えば、将来の技術革新により、加電圧を変化させるこ

とで、可視光を受光するか、近赤外を受光するかを制御できる素子が開発されることもある。このような素子を使うことにより、図53の切り替え手段359で、加電圧を切り替えることにより、実現することも可能である。

【0254】さらに、図53のような構成で切り出した画像を合成するときに、図51に示したように、合成するキャラクタは一つに限定されるものではない。例えば、別に切り出しておいた複数の切り出し画像を背景画像に重ね合わせることも可能である。このとき、複数の切り出し画像に異なる奥行き座標(Z値)を与えて合成することも可能である。このようにすると、簡単に奥行きのある映像を作り出すことが可能となる。このとき、与えられた奥行き座標にあわせて、透視変換(無限遠に消失点がある)である( $X/Z$ ,  $Y/Z$ ,  $1/Z$ )を施す。これにより、奥になるほど小さい画像になるので、さらに奥行き感のある映像とすることが非常に簡単にできる。

【0255】(実施例6)キャラクタを3次元のモデルとして作成するには、いくつかの方法がある。一つは、粘土などでキャラクタのモデルを作り、それを3次元ディジタイザと呼ばれる3次元座標値を入力するデバイスで、表面の主要ポイントをなぞっていく方法である。この方法は、精緻なモデルができるので、映画やCMなど、非リアルタイムの高画質の映像を用いる分野でよく用いられている。3次元モデルにする対象が大型の場合には、3次元ディジタイザで、表面のポイントを一つ一つ入力していくのは、大変なので、レンジファインダというレーザ光をあて、その反射から距離を計測するデバイスを用いることもある。

【0256】また、別の方法では、3次元CADなどを使い、モデルを作り込んでいく。この方法は、比較的曲面の少ない機械機構や建築物などを作るのに適している。どちらの方法にしても、現実感(本物らしさ)を出すために、作成した3次元のモデルに、キャラクタの材質感などだすための、写真を貼り付ける(テクスチャマッピング)という作業をおこなう。テクスチャマッピングは正方形の模様(テクスチャ)を貼りつける3次元物体の(曲)面に合わせる2次元的な座標変換である。よく使われるモデリングソフトウェアでは、貼りつける面とそこに貼りつけるテクスチャを指定する必要がある。

【0257】このような手間は、臨場感をだすために欠かせないが、煩雑であるのも事実である。特に、子どもなどが家庭でアニメーションを作って楽しむといった用途には、負荷が大きすぎて向いていない。3次元モデルを作り、さらにテクスチャをはるという作業をより簡単にできるようにするものが、この実施例6である。

【0258】図54は、第6の実施例の概略構成図である。図46の構成とほとんど同じであるが、切り出し画像記憶手段354の代わりに、切り出した画像とZ値を

対応させて記憶するZ値画像記憶手段361と、Z値を比較して描画のための処理を行う描画手段362とが追加された構成になっている。図55は、Z値を比較して、描画を行うときの原理を説明するものである。図55(a)と図55(b)の図は、Z値画像記憶手段361に記憶されているZ値画像の一例である。第5の実施例中の図46の構成図の切り出し画像記憶手段354に記憶されている図48のような切り出し画像と、第3の実施例の図23の構成図中の距離画像記憶手段331に記憶されている図24(a)のような距離画像とを重ね合わせた画像になっている。つまり、一つの画素に対して、RGBの色の情報と、奥行き情報であるZ値とをもっている。

【0259】図55のZ値画像は、説明のため、モノクロ画像にしてある。また、説明を容易にするため、図55(a)のZ値は1、図55(b)のZ値は2とする(その値がそれぞれの画素に書き込まれているが、ここでは、簡単のため、すべて同一であるとして、値を一つだけ記してある)。図55(a)の図と図55(b)の図を合成するときを説明する。色の濃い方が、距離が近い、つまり、Z値が小さいことになる。

【0260】まず、合成に際しては図55(a)図をそのまま書き込む。次に図55(b)図を書きこんでいく。(6, 6), (6, 7), (6, 8), (7, 6), (7, 7)には、図55(a)図のみしかないので、そのまま残る。(7, 8)には、図55(b)図も画像があるが、すでに書き込まれているZ値は図55(a)の1に対して、図55(b)のZ値は2であり、図55(b)の方が、遠くにあることがわかるので書き込みを行わない。以下同様にして、Z値を比較して、Z値が小さい方(つまり、距離が小さい方)だけ残すことで、陰面処理を行うことができる。同様の処理で、例えば、図56のように、切り出した画像をZ値をもとに合成することで、奥行きのある画像を簡単に作り出すことができる。

【0261】(実施例6の効果)本実施例によれば、従来のように3次元モデルを入力して、さらにテクスチャをはる面を指定するなどの手間がいらずに、写真をとる感覚で、簡単に、テクスチャマッピングを行った3次元モデルを作成することができる。従って、従来の方式では、プロあるいはかなり技術のあるユーザでないと、アニメーションを作成したりできなかったが、本実施例によれば、容易にだれもが、3次元モデルによるアニメーションを気軽に楽しめるようになる。

(実施例6の変形例1)

【0262】実施例6では、Z値を使って、そのまま画像を書き込むことで奥行きのある映像を作っていたが、必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、

(x, y, z)の座標値を頂点座標とするポリゴン(多角形)を生成し、3次元モデルを作り、そこに切り出し

た画像をマッピングすることも可能である。

【0263】(実施例6の変形例2) 実施例6では、複数の映像を切り出すことが難しい。これを解決するのが、この変形例2である。その構成は図57のようになる。図57では、切り出すときのZ値の範囲を切り出し範囲決定手段363により、制御することにより、複数の対象を切り出すことができる。

【0264】例えば、図58(a)のように、複数の対象が重なった形で距離画像が得られたとする。切り出し範囲決定手段363は、まず切り出しの中心Z値を複数決定する。切り出し範囲決定手段363は、図58

(a)の距離のヒストグラムをとる。その結果、図58(b)のようなヒストグラム(頻度分布)が得られる。ヒストグラムの分布(山がどこにあるか)をもとに、切り出しの中心Z値を決定する。ここでは、ヒストグラムの山が2つあるので、そこから、2つの中心Z値 $Z_{c1}$ 、 $Z_{c2}$ が決まる。切り出しは、この中心Z値に対し、ある程度の幅(例えば、 $y$ )を持たせて、 $Z_{c1} \pm y$ 、 $Z_{c2} \pm y$ で切り出しを行う。

【0265】その結果が、図58(c)、図58(d)になる。この切り出された、距離画像に対応する手段分の切り出し画像を切り出す。図58(c)では、切り出された領域が2つに分かれているので、これを図58

(c)に描いてあるようにつなげて、閉曲線になるようにつなげて、一つの対象としてまとめる。しかし、つながった手段分(前に別の対象があいとぎれた手段分)の切り出し画像は、隠れているので、切り出せない。このため、すでに切り出した画像を元に補間した画像を生成し、これを切り出しが像として補間して用いる。

【0266】切り出し後のZ値画像に対しては、それぞれのZ値をもとに、実施例4と同様に描画を行うことで、隠面処理を行い、奥行きのある合成ができる。以上のように、第2の変形例によれば、複数の対象も切り分けて抽出し、簡単に奥行きのある映像を生成できるので、家庭で子どもなどが楽しみながら、新しい映像(アート)の生成ができるので、その効果は大きい。

【0267】<補正手段の必要性>反射光画像の各画素は反射光の強さを表しているが、反射光の強さは物体までの距離の2乗に反比例する。したがって、非線型な変換手段を用いることによって、反射光画像から距離画像を生成することができる。ただし、ここで言う距離画像にはある程度の誤差が含まれる。これは、実際には、同じ距離にある物体でもその表面の向きやその反射特性が影響し、必ずしも同じ反射光が戻ってこないからである。しかし大まかな距離画像は得られる。ここでは物体による距離画像の誤差は無視する。

【0268】理想的な反射光画像が得られていれば、非線型な変換手段によって良好な距離画像を得ることができる。しかし、実際にはさまざまな要因により理想的な反射光画像が得られない。そのため、反射光画像を正し

く補正するための手段が必要となる。あるいは、非線型変換と補正をあわせて行なう手段(これも以降では広い意味で補正手段と呼ぶ)が必要となる。以降でこれらの補正手段について詳しく述べる。

【0269】<撮像レンズの影響>まず、反射光画像が歪む原因について述べる。まず撮像レンズの影響がある。撮像レンズは物体からの反射光をセンサ面上に結像させるためのものであるが、一般的に、その明るさが光の入射方向によって変わるという特性を持っている。一般に、光軸方向は明るく、周辺に向かうほど暗くなる。つまり同じ方向から同じだけの反射光が返ってきても、画像の中心部の方が周辺部に比べて明るくなる。

【0270】<発光むら>また、発光手段による発光むらも距離画像の誤差となる。照明は一般的には完全に均一とはならず照射された面上での照度にはむらがある。このことは平らな拡散面に当てた光の反射光画像を取得しても平面にならないことを表す。

<センサの感度むら>

【0271】また、反射光画像を撮像するためのイメージセンサによる撮像むらがある。イメージセンサは一般的に光を電荷に変える手段、それを蓄積する手段、転送のための手段、必要に応じて増幅手段などを備えたセルが2次元的に配列されている。セルの特性は必ずしも一致しておらず、個々にばらつきがある。これらによっても距離画像の誤差が生ずる。以上述べたようなさまざまな要因により、取得した反射光画像に歪みが生じ、それより再構成した距離画像にも誤差が生ずる。そのために画像の補正が必要となる。

【0272】<反射光から距離値への変換>図59は非線型変換手段722を用いて反射光画像を距離画像に変換するための構成例である。反射光画像生成手段は、タイミング制御手段720から出力される制御信号にしたがって動作し、反射光画像を表す信号を出力する。これは発光手段も含める。これはアナログ信号である。非線型変換手段は、入力電圧によって増幅率が異なる非線型アンプである。理想的には入力電圧 $V_i$ と出力電圧 $V_o$ の関係が、

【0273】

【数14】

$$V_o = \frac{k}{\sqrt{V_i}}$$

( $k$ は定数)であるものが望ましい。実際にはこのような特性を持つ非線型アンプを作るのは難しいので、これを近似した特性を持つ非線型アンプや対数アンプなどを用いても良い。非線型変換手段から出力される信号をA/D変換することによって、デジタル化された距離画像が得られる。非線型変換手段は、必ずしもアナログ変換でなくても良い。A/D変換した後に、デジタル信号で非線型変換を行なっても良い。図60はこの構成を表している。反射光画像生成手段721から出力される信号

はA/D変換器724でデジタルデータに変換され、デジタル化された反射光画像になってから、補正手段725で距離画像に変換する。

【0274】補正手段では画像の座標によって異なる補正パラメータを使うため、座標の情報をタイミング信号723から得る。この場合、ROMのアドレス信号に入力を与え、出力を変換後の値として取り出すようにすれば、任意の特性を与えられるため、【数14】の特性を満足させられる。しかし【数14】の変換は、入力信号が大きいとき変換精度が悪くなるため、最終的な出力より多いビット数でA/D変換するのが望ましい。デジタル化してから非線型変換する場合は、後述するように、反射光画像の補正手段と組み合わせて行うことができる。また図示しないが、A/D変換した画像データを一旦メモリに格納してから、補正手段がメモリにアクセスして補正作業を行なうという形もありうる。

【0275】＜2段階の変換＞図61は2段階の変換手段を用いて、反射光画像の歪みを補正しつつ距離画像に変換するための構成例である。まず反射光画像生成手段721の出力を非線型変換手段726により距離の情報に変換する。これをA/D変換した後、補正手段727により正確な距離画像に変換する。反射光画像の歪みの補正は、2次元画像として補正する必要があるため、デジタル画像に変換してから行った方がよい。

【0276】このように2段階の変換手段を用いると以下のようなメリットがある。図60のように反射光から距離値への変換を、デジタル化した後に行うと、A/D変換器のビット数が多く必要になってしまう。反射光から距離値へ変換する非線型変換手段の理想的な特性は図62のような曲線である。これをデジタル化したあとの画像で行うと、入力信号が大きいときの変換精度が悪くなることが分かる。これを防ぐためには最終的に必要なビット数より多いビット数でA/D変換する必要がある。A/D変換する前にこの非線型変換手段を使い、距離値に変換しておくことでA/D変換器のビット数は少なくて済む。またA/D変換前での非線型変換手段は、その特性は大まかでよい。

【0277】つまり【数14】のような特性を完全に満たす必要が無い。それは、変換後に反射光画像の歪みを補正するときに、非線型変換手段で変換しきれなかった誤差を吸収するように補正してしまえば良いからである。歪みの補正をするときに、非線型変換手段の誤差の補正を同時に行うことによる難しさやコストアップは無い。逆に、アナログ信号レベルでの非線型変換手段に高い精度が要求されないことで、コストダウンを図ることができる。またこれは、反射光画像生成手段が、反射光の強さに対して、非線型な出力信号を出すように構成してもよい。この場合も本特許の権利範囲に含まれる。

【0278】＜補正の構成詳細—フルテーブル＞次に、補正手段の詳細について述べる。図63、図65は、補

正手段をより具体的に示した構成を表す。図63は、入力と出力を1対1対応させた補正テーブル728を持つ場合である。画素数が $64 \times 64 = 4096$ 画素だとすると、この座標は12bitで表現できる。出力データを8bitとすると、20bitのアドレス入力を持つメモリを使うことにより、任意の画素の、任意の値に対して出力値を決めることができる。出力値を8bitとすれば、これは高々1MByteのメモリを使って実現できる。図64は、テーブルデータの例である。列に12bitで表される座標を割り当て、行に8bitで表される入力値を割り当てる。マトリクスの交点出力値を表す。

【0279】＜補正の構成詳細—線形補間＞図65は、いくつかのポイントのみをテーブルとする例の構成図である。図66には、この構成図で使用するテーブルデータの例を示す。256階調の入力値を8階調ごとに区切り出力値をテーブル化している。テーブルに無い値が入力されたときには、近傍両側の2つのテーブル値から線形補間によって出力値を計算する。例えば、テーブルは以下のように定義されている。

【0280】

【数15】

$$\begin{aligned} f(LOC, IN) &= OUT \\ LOC &= 0, 1, \dots, 4095 \\ IN &= 8n(n: 0, 1, \dots, 32) \\ OUT &= 0, 1, \dots, 255 \end{aligned}$$

テーブルに無い入力値は以下の式で表せる。

【0281】

【数16】

$$IN = \{8a + b \mid a = 0, 1, \dots, 31, b = 1, 2, \dots, 7\}$$

この時の出力値は以下の式で算出される。

【0282】

【数17】

$$f(LOC, IN) = \frac{1}{8}((8-b)f(LOC, 8a) + b \cdot f(LOC, 8(a+1)))$$

この方法を取ると、図63の場合の構成に比べ、補正テーブルを格納するメモリ容量は、8分の1で済む。

【0283】＜空間的に離散＞画像上で近い点は補正データも似ている。したがって、全ての座標についての補正データを持たず、間引いた座標点についてのみ補正データを持たせ、その間の点の補正データは、近傍の点から計算で求める、という方法を取ってもよい。こうすることによって、さらに補正データを格納するメモリ容量を減らすことができる。

【0284】＜HWかSWか＞補正手段をソフトウェアで実行した場合は、若干構成が異なることがある。図64はその一例である。画像データ蓄積手段731は、図示しないA/D変換器で変換された反射光画像を補正せずにいったん蓄積する。画像データ転送手段732は、

画像データ蓄積手段が蓄積した画像データを、補正がその上で実行されるコンピュータなどへ転送される。これは具体的には、反射光画像生成手段721が含まれるハードウェア上にあるインタフェース回路であり、またコンピュータ上でデータを受け取る働きをする、デバイスドライバである。

【0285】補正演算部729はコンピュータ上でソフトウェアで実行される。補正データもコンピュータ上の補正テーブル730に格納されている。この場合は、補正演算部は、画像データを受け取るわけであるが、この画像データは座標情報も含んでいるので、論理的には図65のように出力データを座標情報とともに受け取っているのと等価である。

【0286】＜補正データの作成方法＞次に、補正データを作成する方法について述べる。図68は、補正データを自動的に作る装置の構成を示したものである。反射画像生成手段721は既に述べたものと同じである。制御手段735は既に述べたタイミング制御手段の働きのほかに、参照物体可動手段733を制御する。参照物体可動手段はこの物体位置制御信号にしたがって、参照物体734を動かす。参照物体は平板で撮像レンズの光軸と垂直になるような形で、撮像部との距離が変わるように動かされる。手の形を捉えるための補正データを作成するためには、手の表面となるべく同等の反射特性を持つ参照物体を用いるのが望ましい。

【0287】また、タイミング制御手段は、補正データ算出部737に現在の参照物体の距離の情報を、補正データ蓄積部736に座標信号を与える。補正データ算出部は、反射光画像と、現在の参照物体の距離の情報から、補正データを生成する。算出された補正データは、補正データ蓄積部に蓄えられるが、このときタイミング制御手段から与えられる座標情報とともに格納される。あるいは、座標情報はタイミング制御手段から補正データ算出部へ送られ、補正データ算出部が補正データを座標情報とともに格納しても良い。

【0288】更に詳細な処理の手順を説明する。まず入力すべき距離の範囲を256に等分し、参照物体と反射光画像生成手段の間の距離を、この256段階に移動させる。各段階で、数枚の反射光画像をキャプチャし、平均化して1枚の反射光画像を作る。これを各距離で繰り返し、全部で256枚の反射光画像を作る。これで各画素について256点の出力と距離の関係が得られた。これをもとにして、補正データを作成する。全ての出力値（補正手段の入力）に対し、補正值をすべてテーブルとして持つ場合は、これらのデータからテーブルを作成する。離散的に補正值を持たせる場合は、選られた出力と距離の関係を区切りごとに線分近似し、その交点を補正データとして格納する。

【0289】例えば、図69下に示す曲線は、参照物体を移動させながら得た、出力と距離の関係、図69上の

折れ線は近似された線分、その折れ点が補正データである。離散的に補正データを持つ場合は、均等な間隔で補正データを持っても良いし、近似しやすいように補正データ間の間隔を不揃いにしても良い。例えば、カーブのきつところでは補正データを持つ点の間隔を狭くし、直線に近いところは間隔を広くする。このグラフで、出力値が頭打ちになっているのは、出力を8bit（0～255）と仮定しているため、それ以上遠い距離が表せないからである。

10 【0290】＜補正データをユーザに作成させる方法＞上記述べたような補正のためのデータは、あらかじめ作っておいて、製品に含まれる形で提供されるのが望ましいが、ユーザが購入後にも再び補正データを作成する必要がある出てくる場合もある。例えば、使用する環境の変動によって補正データが十分に合わなくなってくる可能性もある。またLEDの故障や、LED、センサの特性の経年変化などもその要因となる。あるいははじめから、ユーザに補正データを作らせるようにしておくこともできる。

20 【0291】このような場合、補正データをユーザの操作によって作れるような仕組みを作っておく必要がある。これを可能にするような装置の構成例を図70に示す。ユーザへの指示手段738以外の構成要素は図68のそれとほぼ同じである。ユーザへの指示手段は、決められた距離に参照用の物体を置くように指示する。ユーザはその指示に従って作業するだけで、補正用のデータが作られる。補正用のデータの作成方法は上述とほぼ同じである。ただし、人手で作業させるためあまり細かい間隔で多くの回数繰り返す操作は適さない。また、置かれる参照物体の位置や向きは必ずしも精度良く置かれていないので、適当な誤差を見込んで計算することが重要である。図71はユーザへの指示手段が、画面上に出すダイアログボックスの例である。

30 【0292】＜レンズの光軸ずれを補正するツールをつけて、ユーザに行わせる＞ユーザに補正データを作成させた場合、その補正データの信頼性はやや劣る。というのも、ユーザは指定された位置に参照板を置くわけであるが、この位置や向きが必ずしも正確ではないからである。このような場合、補正するものをモデル化しやすい要因のみに絞り、不正確さを吸収するという手段もある。反射光画像から再構成した距離画像を歪ませる大きな原因の一つが、撮像レンズの周辺光量低下である。これは光軸から離れるほど明るさが暗くなることである。つまり平面を置いて周辺からの反射光が中心に比べて小さくなるということである。実際にはこれに、周辺の方が距離が大きくなることによる更なる低下が加わる。

40 【0293】センサの感度むらなどや発光むらが許容範囲以下であれば、上述のレンズの光量低下（距離の違いによる低下も含む）のみを補正すれば良い。レンズのスペックは既に分かっているわけであるから、どのくらい

周辺光量が低下するかという特性は既に分かっている。光軸がイメージセンサの中心を通るという仮定のもとでは、この特性を逆計算すれば補正データが容易に得られる。

【0294】しかし、光軸が必ずしもイメージセンサの中心を通っているとは限らない。これは主に、センサチップをセンサパッケージにマウントする際の取り付け位置の誤差による。しかし、光軸がイメージセンサの中心を通る仮定での補正データを、位置ずれの分だけシフトすれば、正しい補正ができる。図72は、この考え方を表している。棒グラフは補正する前の生のデータである。下の方にある曲線グラフは補正データを表す。ここでは生のデータに乗ずる値とした。マーカー付きの線グラフは、補正された後のデータを表す。画像データは2次元であるが、この図では、簡単のため1方向(x方向、あるいはy方向)のみで表している。

【0295】上図は、レンズの光軸がセンサの中心を通っている場合に、平面からの反射光を画像化したものである。中心をピークに周辺の方がなだらかにパワーが減少している。この状態において、図のような補正データを乗ずると、マーカー付き線グラフのように、データ値が等しくなり、平面を表現できるようになる。中図は、レンズの光軸がセンサの中心からずれている場合に、上図と同じ補正データに乗じた場合である。補正された後のデータが平らになっていないことが分かる。下図は、補正後のデータが平らになるように、この補正データを左右にずらした場合である。

【0296】このように、レンズの周辺光量の落ち込みが支配的な場合は、レンズ光軸とセンサ中心の位置が合っている場合の補正モデルを用意しておき、それをずらしながら、一番平らになる場所を見つければ良い。この補正データを作る時の動作をフローチャートで図73に示す。このフローチャートでは、補正データを作った後、ユーザに参照版を平行に動かすように指示している。動かすことで、多くの距離で取った参照物体の反射光画像が得られ、それらに対し補正を行なった画像を作ることにより、補正データが適切かどうか判断することができる。

【0297】補正データが適切であるかどうかは自動的に判断させても構わないが、補正後の距離画像をユーザに見せることによって、正しく補正されているかどうかユーザに判断させても良い。なお、ここではユーザに補正データを作らせる場合で述べたが、参照物体移動手段を用いて自動的に補正データを生成させる場合でも、この補正モデルを使う手法は有効である。

【0298】(実施例7)ここでは、これまでに説明してきた情報入力装置を備えたシステムとしての実施例を説明する。図74は、本発明による情報入力装置を備えたコンピュータである。これは一般にノートパソコンと呼ばれる、本体、キーボード、ディスプレイが一体とな

った、持ち運び可能なコンピュータである。

【0299】操作者から見てキーボードの向こう側に本入力装置の発光部701とセンサ部702を配し、手前ななめ上方に受光光学系の光軸が向くようにする(図において操作者の手全体が照らされている、点線で囲まれた円が照らされる範囲)。これにより、キーボードを操作している手の人差し指を、少し上に持ち上げ、動かすことでポインティングやジェスチャ入力を行うことができる。キーボード入力とポインティングやジェスチャ入力をほとんど手の位置の動き無しで行えるため、使い勝手が著しく向上する。ボタンを用意しておいてこれとポインティングやジェスチャ入力を併用してもよい。画面上のアイコンを選択したり動かしたりするためのクリックやドラッグという操作をこのボタンで行うことができる。

【0300】また、ジェスチャ入力においてタイミングトリガを入力したい場合にボタンを使うことも便利である。ボタンを押したときにだけこの情報入力装置が動作するようにすることもできる。すなわち、ポインティングやジェスチャ入力したいときはボタンを押しながら手を動かして入力する。こうすることにより、ポインティングやジェスチャ入力を行う意思がないのに操作領域に指が入ってしまい誤動作するのを防ぐことができる。

【0301】これは、ポインティングの場合に特に有効で、キーボードを使用しているときに誤ってポインティングしてしまう恐れが無いので、操作領域をキーボードのホームポジションのごく近いところに設定し、最小限の手の動きで(例えば、右手の人差し指だけを少し上に向けるだけで)ポインティングできるようにすることもできる。またボタンが押されたときだけ、発光部が発光するので、消費電力を節約することもできる。

【0302】ノートパソコンのような場合、このボタンをキーボードのキーで代用することもできる。例えば、スペースバーを使った場合、通常はスペースの入力として働くようにしておき、指を差してカーソル表示させているときにスペースキーが押された場合は、クリック、ドラッグとして働くようにする。キーボードと併用する場合、キーボードと本情報入力装置との位置関係が重要である場合がある。図75は、本情報入力装置を備えたキーボードである。やはり先のノートパソコンの例と同様に、発光部703と受光部704とを備え、手をホームポジションから上方に持ち上げると、光が手にあたるような位置関係になっている。ここでも点線で囲まれた範囲が照らされる。

【0303】必ずしも全てに必要ではないが、この図では、ポインティングやジェスチャ入力のときに併用できるキー705が付いている。キーボードをこれと交換すれば、快適な環境で、キーボード入力とポインティングやジェスチャ入力を併用することができる。左利きの人でも使いやすいように、併用できるキーを左右に配して



もよい。また、図76は本情報入力装置を備えたディスプレイである。操作する手と画面の位置関係が重要であるときにはこのデバイスが便利である。ディスプレイの上方に発光部706と受光部707が付いている。光と受光系の向きはやや下向きで、点線の円で表された範囲に照らされる。

【0304】これは操作者がだいたい画面と同じかやや低い位置に手を持ってくるのが操作しやすいからである。この図では上部に入力装置が付いていたが、ディスプレイ下部や側部にあってもよい。また左右両方に1つずつついていたれば、両手で同時に入力できる環境を作ることできる。図77は壁に埋め込まれたディスプレイとともに本入力装置を構成したものである。本情報入力装置708は埋め込み型のディスプレイ709に取り付けて、あるいはディスプレイの近くに設置して利用する。または、埋め込み型ディスプレイと一体化している。ディスプレイの上にある箱状のきょう体の中に、少なくとも、発光部と受光部が入っている。特徴情報生成手段はこの箱の中に入っている場合もあり、ディスプレイ本体の中に入っている場合もあるし、別の形で置かれる場合もある。この発光部、受光部の入ったきょう体は、その向きが調整できるようになっているとさらに好ましい。

【0305】ここでは点線の円の範囲に発光され、この中で操作者が手710を動かすことでディスプレイに表示されているオブジェクト711を操作している。このような実施形態は、博物館や駅などの公共の場での、情報提示、入力端末などに適している。また、ホームオートメーションなどにおける操作部として、壁に埋め込まれた小型のディスプレイと本情報入力装置で好適な環境を提供することができる。この入力装置を備えた他の携帯情報機器のイメージを載せる。図78は片手で持てる小型携帯情報機器である。本入力装置は外側には発光、受光できるだけの窓があればよいので、スペースを有効に使える。ここでは、712が発光部、受光部の窓である。窓の前で指713を動かせば、画面内のカーソル714の位置を制御できる。窓がこれだけ小さいので、残りのスペースを大きな表示部715として使える。

【0306】図79は、本入力装置が付いた腕時計型の超小型携帯情報機器である。やはり指716の動きでカーソル717を制御することができる。718、719が発光部、受光部の窓である。これだけ本体が小さいともはやペンを格納するスペースさえなく、本入力装置による入力の好適さは言うまでもないことである。また、目と表示装置の間からずらしたところに操作空間を配置すれば、指によって表示が見にくくなるということもない。携帯機器などに搭載することを考えた場合、機器の省電力化を図る必要がある。このシステムはかなり光を発光しているため、発光電流を抑えることが省電力化につながる。このために、発光タイミング、発光量を制御

して省電力化を図ることができる。

【0307】例えば、装置の前に物体が無いことは、反射光画像の画素値が全て0に近くなることで検出できる。物体が無いことが検出されたとき、あるいは物体が無いことが検出されてから定められた時間が経過したとき、発光の間隔を長くする。例えば1/30秒に1回発光していたものを、1/10秒に1回にする。このことで発光電力を1/3に落とすことができる。

【0308】再び物体が前に現れたときには、反射光画像に現れる変化で検出できるので、再び1/30秒に1回の発光に戻す。実際にカーソルを移動させているときは、秒30回検出する場合と、秒10回検出する場合とでは、カーソルの動きの滑らかさから明らかに違いが分かる。しかし、手を出してからカーソルが現れるまでの時間は、多少の遅れがあっても気にならない。

【0309】発光のタイミングではなく、発光量を制御することで省電力化することも出来る。指先の位置を高い精度で検出するために必要な発光量に比べて、前に物体があるか否かを判断するだけに必要な発光量ははるかに小さい。従って、前に物体がないことが検出されたときに、発光量が小さくなるよう制御し、物体が再び現れるかをチェックする。物体が再び現れたことが検出されたら、発光量をもとに戻す。発光タイミングと発光量の制御を同時に行ってもよい。この場合にはさらに大きな省電力効果が期待できる。またこの省電力効果についてもポインティングを行うときのみに限らず、いかに示す種々の形態についても適用でき、その効果を発揮することが出来る。

#### 【0310】

【発明の効果】本願発明により、特殊な装置を装着することなく、簡易にジェスチャや動きを入力をおこなう、特に、3次元空間でのポインティングや視点の変更を容易に行うことができる。また、ユーザのジェスチャや動きをそのまま使って、アニメーションのキャラクタなどに自然な動きをつけるなどの直接的な操作を行うことができる。さらに、特定のキャラクタだけを切り出した、キャラクタの奥行き情報を容易に入力できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本願発明の一実施例である実施例1の構成図である。

【図2】 本願発明の一実施例である実施例1のより具体的な構成図である。

【図3】 本願発明の一実施例である反射光抽出手段の詳細な構成図である。

【図4】 本願発明の一実施例である単位受光部の構成図である。

【図5】 本願発明の一実施例である反射光抽出手段を制御する信号を示す図である。

【図6】 本願発明の一実施例である反射光画像と棒状物体検出の様子を表す図である。



【図7】 本願発明の一実施例である指先における反射光画像を示す図である。

【図8】 本願発明の一実施例である反射光画像の画素値について説明する図である。

【図9】 本願発明の一実施例である指先位置を求める特徴情報生成手段の構成図である。

【図10】 本願発明の一実施例である棒状物体先端切り出し部の処理を説明する図である。

【図11】 本願発明の一実施例である画素値の修正を行う理由を説明する図である。

【図12】 本願発明の一実施例である適切な画素の大きさを説明する図である。

【図13】 本願発明の一実施例である棒状物体検出のアルゴリズムを示す図である。

【図14】 本願発明の一実施例である棒状物体先端切り出しと重心検出のアルゴリズムを示す図である。

【図15】 本願発明の一実施例である棒状物体検出で用いる構造体の説明をするための図である。

【図16】 本願発明の一実施例である棒状物体検出における耐ノイズ性を説明する図である。

【図17】 本願発明の一実施例である指に近い位置でのノイズの影響を抑える処理を説明する図である。

【図18】 本願発明の一実施例である手前に指を伸ばしたときの反射光画像を示す図である。

【図19】 本願発明の一実施例である指先の微小な動きを検出できることを説明する図である。

【図20】 本願発明の一実施例である周辺画素が指先位置に与える影響を説明する図である。

【図21】 本願発明の一実施例であるカーソルを静止させることによってクリック信号を生成させるための構成図である。

【図22】 本願発明の一実施例である指先の動きでクリック信号やコマンドを発生できるようにするための構成図である。

【図23】 本願発明の一実施例である実施例3の概略構成図である。

【図24】 本願発明の一実施例である実施例3中の距離画像の一例を示す図である。

【図25】 本願発明の一実施例である図23の実施例の形状解釈手段の処理の流れの一例を示す図である。

【図26】 本願発明の一実施例である図23の実施例の形状解釈規則の一例を示す図である。

【図27】 本願発明の一実施例である実施例3中の距離画像の一例を示す図である。

【図28】 本願発明の一実施例である実施例3の変形例1の距離画像の一例を示す図である。

【図29】 本願発明の一実施例である実施例3の変形例1の形状解釈規則の一例を示す図である。

【図30】 本願発明の一実施例である実施例3の変形例2の視点制御の概略図である。

【図31】 本願発明の一実施例である実施例3の変形例2の画面表示の一例を示す図である。

【図32】 本願発明の一実施例である実施例3の変形例2の距離画像の一例を示す図である。

【図33】 本願発明の一実施例である実施例3の変形例2の形状解釈記憶の一例を示す図である。

【図34】 本願発明の一実施例である実施例3の変形例2の別の視点制御の概略図である。

10 【図35】 本願発明の一実施例である実施例4の概略構成図である。

【図36】 本願発明の一実施例である図35の実施例の画像変化抽出手段の処理の流れの一例を示す図である。

【図37】 本願発明の一実施例である実施例4のキャラクタのモーションコントロールの一例を示す図である。

【図38】 本願発明の一実施例である実施例4のキャラクタのモーションコントロールの別の一例を示す図である。

20 【図39】 本願発明の一実施例である実施例4の指の動きの概略図である。

【図40】 本願発明の一実施例である図39の指の動きに対応するキャラクタのモーションコントロールの一例を示す図である。

【図41】 本願発明の一実施例である図39の指の動きに対応するキャラクタのモーションコントロールの別の一例を示す図である。

【図42】 本願発明の一実施例である実施例4の口の動きをとらえた距離画像の一例を示す図である。

30 【図43】 本願発明の一実施例である実施例4の変形例の概略構成図である。

【図44】 本願発明の一実施例である実施例4のGUIの一例を示す図である。

【図45】 本願発明の一実施例である実施例4のGUIの別の一例を示す図である。

【図46】 本願発明の一実施例である実施例5の概略構成図である。

【図47】 本願発明の一実施例である図46中の近赤外受光手段と可視光受光手段の概略構成図である。

40 【図48】 本願発明の一実施例である実施例5の処理の概略図である。

【図49】 本願発明の一実施例である実施例5の別の概略構成図である。

【図50】 本願発明の一実施例である実施例5の別の概略構成図である。

【図51】 本願発明の一実施例である図50中の画像合成手段の処理の概略図である。

【図52】 本願発明の一実施例である実施例5の別の概略構成図である。

50 【図53】 本願発明の一実施例である実施例5の変形

例の概略構成図である。

【図54】 本願発明の一実施例である実施例6の概略構成図である。

【図55】 本願発明の一実施例である実施例6のZ値による隠面処理の説明のための図である。

【図56】 本願発明の一実施例である実施例6の隠面処理の例を示す図である。

【図57】 本願発明の一実施例である実施例6の変形例の概略構成図である。

【図58】 本願発明の一実施例である実施例6の変形例中の距離画像と処理過程の一例を示す図である。

【図59】 本願発明の一実施例である反射光の強さを距離値に変換するための構成例を示す図である。

【図60】 本願発明の一実施例であるA/D変換後に距離値に変換する構成例を示す図である。

【図61】 本願発明の一実施例であるA/D前に非線型変換を行ない、A/D後に反射光の歪みを補正する構成例を示す図である。

【図62】 本願発明の一実施例である非線型変換の理想的な特性例を示す図である。

【図63】 本願発明の一実施例である補正テーブルを使って、距離値に変換する例を示す図である。

【図64】 本願発明の一実施例である補正テーブルの例を示す図である。

【図65】 本願発明の一実施例である間引いた補正テーブルを使って、距離値に変換する例を示す図である。

【図66】 本願発明の一実施例である間引いた補正テーブルの例を示す図である。

【図67】 本願発明の一実施例であるソフトウェアで補正処理を行う例を示す図である。

【図68】 本願発明の一実施例である自動的に補正データを生成するための構成例を示す図である。

【図69】 本願発明の一実施例である間引いた補正テーブルによる補正を表す図である。

【図70】 本願発明の一実施例であるユーザに補正データを作成させるための構成例を示す図である。

【図71】 本願発明の一実施例であるユーザへの指示画面の例を示す図である。

【図72】 本願発明の一実施例である補正モデルを使った場合の補正方法を説明する図である。

【図73】 本願発明の一実施例であるユーザに補正データを作成させるときのフローチャートを示す図である。

【図74】 本願発明の一実施例である情報入力装置を備えたコンピュータを示す図である。

【図75】 本願発明の一実施例である情報入力装置を備えたキーボードを示す図である。

【図76】 本願発明の一実施例である情報入力装置を備えたディスプレイを示す図である。

【図77】 本願発明の一実施例である情報入力装置と

埋め込み型ディスプレイで構成した入力環境を示す図である。

【図78】 本願発明の一実施例である情報入力装置を備えた小型の携帯情報機器を示す図である。

【図79】 本願発明の一実施例である情報入力装置を備えた腕時計型の超小型携帯情報機器を示す図である。

【図80】 従来の3次元ポインティングデバイスの例を示す図である。ヤートを示す図

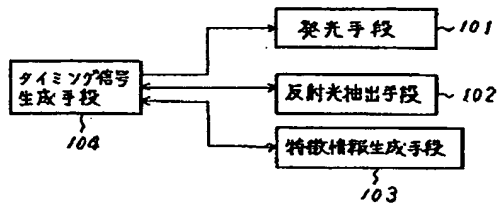
【符号の説明】

10 発光手段 101, 反射光抽出手段 102, 特徴情報生成手段 103  
 タイミング信号生成手段 104, 受光光学系 107, 第1の受光手段 109, 第2の受光手段 110, 差分演算部 111  
 差分回路 133, V系選択回路 135, H系シフトレジスタ 136  
 光電変換部 118, 第1の電荷蓄積部 119, 第2の電荷蓄積部 120  
 20 トランスファー・ゲート 121, 第1のサンプル・ゲート 122  
 第2のサンプル・ゲート 123, リセット・ゲート 124  
 出力ゲート 125, 発光制御パルス 128, リセット信号 130  
 第1のサンプル・ゲートの制御信号 131, 第2のサンプル・ゲートの制御信号 132, 反射光画像 201, 指が占めている画素 211, 指が半分程度占めている画素 212  
 棒状物体検出部 213, 棒状物体先端切り出し部 214  
 30 重心検出部 215, 切り出された棒状物体先端部 218  
 指先位置検出手段 251, カーソル位置決定手段 252  
 カーソル静止状態検出手段 254, カーソルまたは指先位置動き検出手段 256, 距離画像記憶手段 331  
 形状記憶手段 332, 画像変化抽出手段 343  
 比較位置記憶手段 342, パラメータマッピング制御手段 344  
 40 キャラクタ制御手段 345, 描画手段 346  
 可視光受光手段 351, 画像記憶手段 352, 切り出し手段 353  
 切り出し画像記憶手段 354, 切り出し画像(圧縮)記録手段 355  
 (圧縮)送信手段 356, 画像合成手段 357  
 背景画像記憶手段 358, 切り替え手段 359, Z値画像記憶手段 361, 描画手段 362  
 切り出し範囲決定手段 363, 発光部 701, センサ部 702

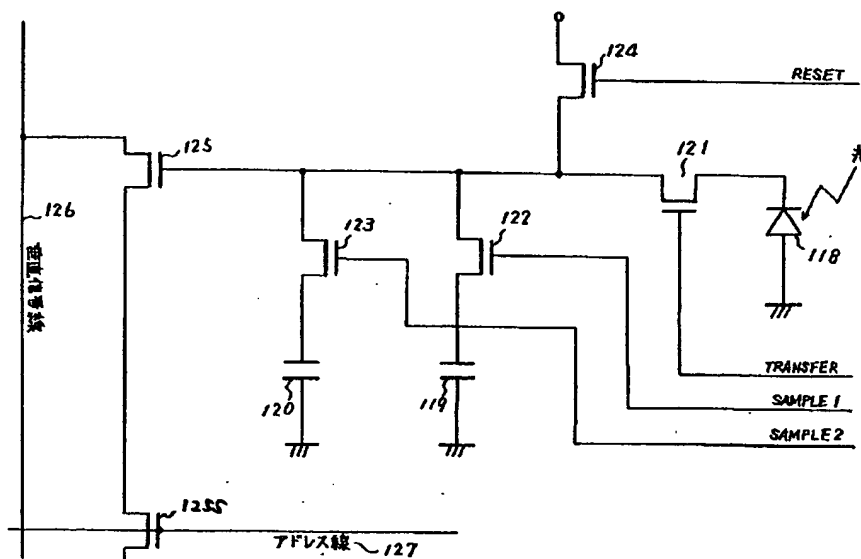
65

発光部 703, 受光部 704, キー 705,  
発光部 706  
受光部 707, 入力装置 708, ディスプレイ  
709  
手 710, オブジェクト 711, 発光部の窓  
712  
指 713, カーソル 714, 表示部 715,  
指 716

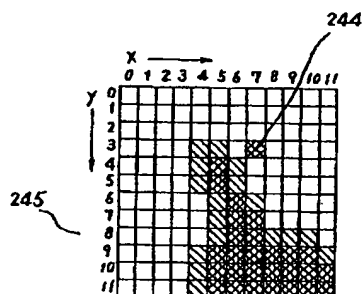
【図1】



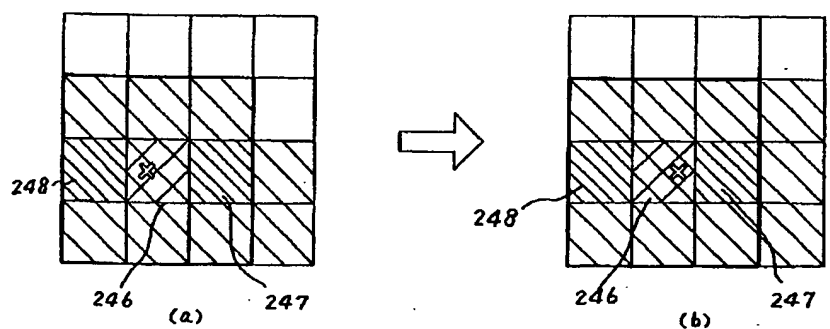
【図4】



【図17】



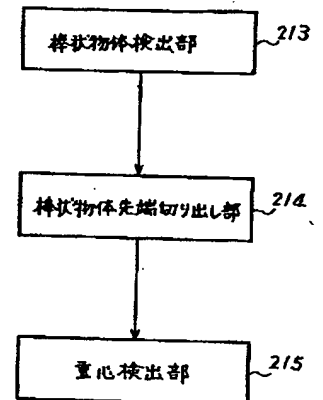
【図19】



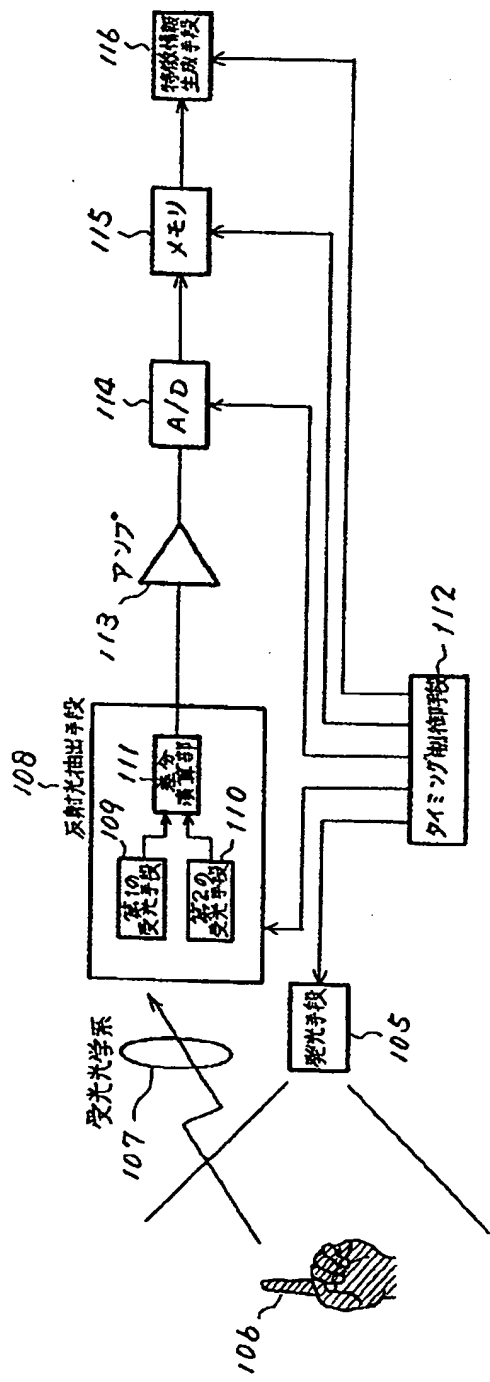
66

カーソル 717, 発光部の窓 718, 受光部の窓 719  
タイミング制御手段 720、反射光画像生成手段 721、非線型変換手段 722、補正手段 725、補正テーブル 728、補正演算部 729、参照物体可動手段 733、参照物体 734、制御手段 735、補正データ蓄積部 736、補正データ演算部 737、ユーザへの指示手段 738

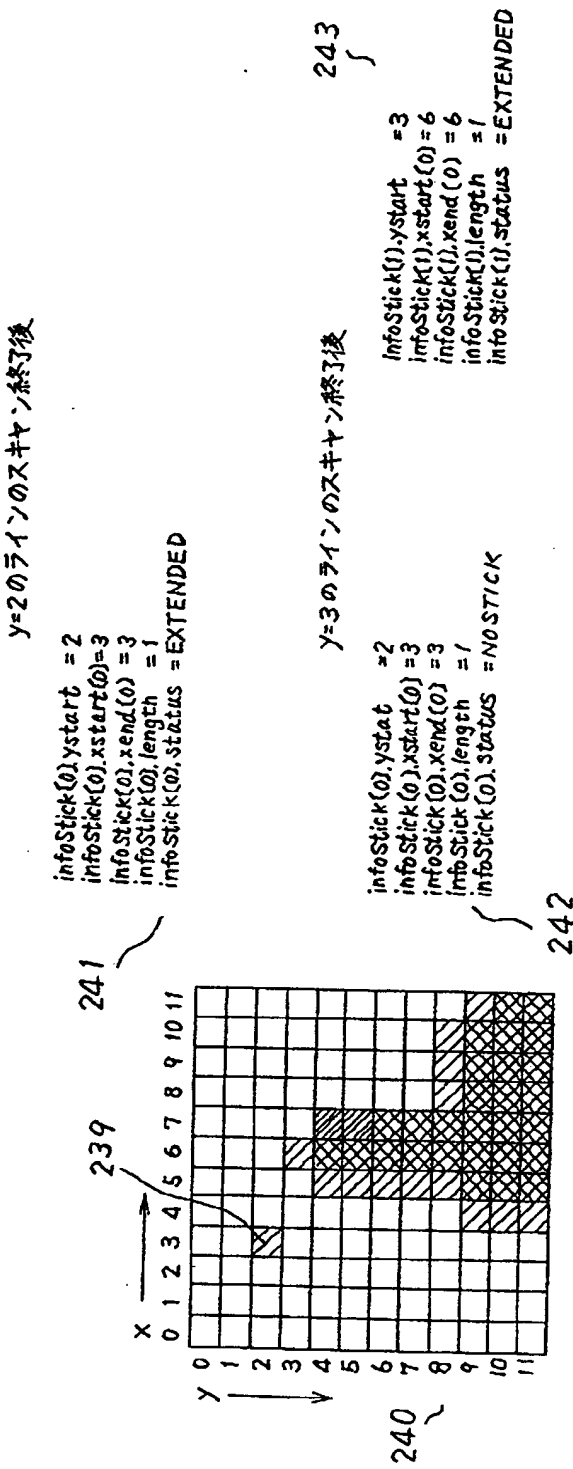
【図9】



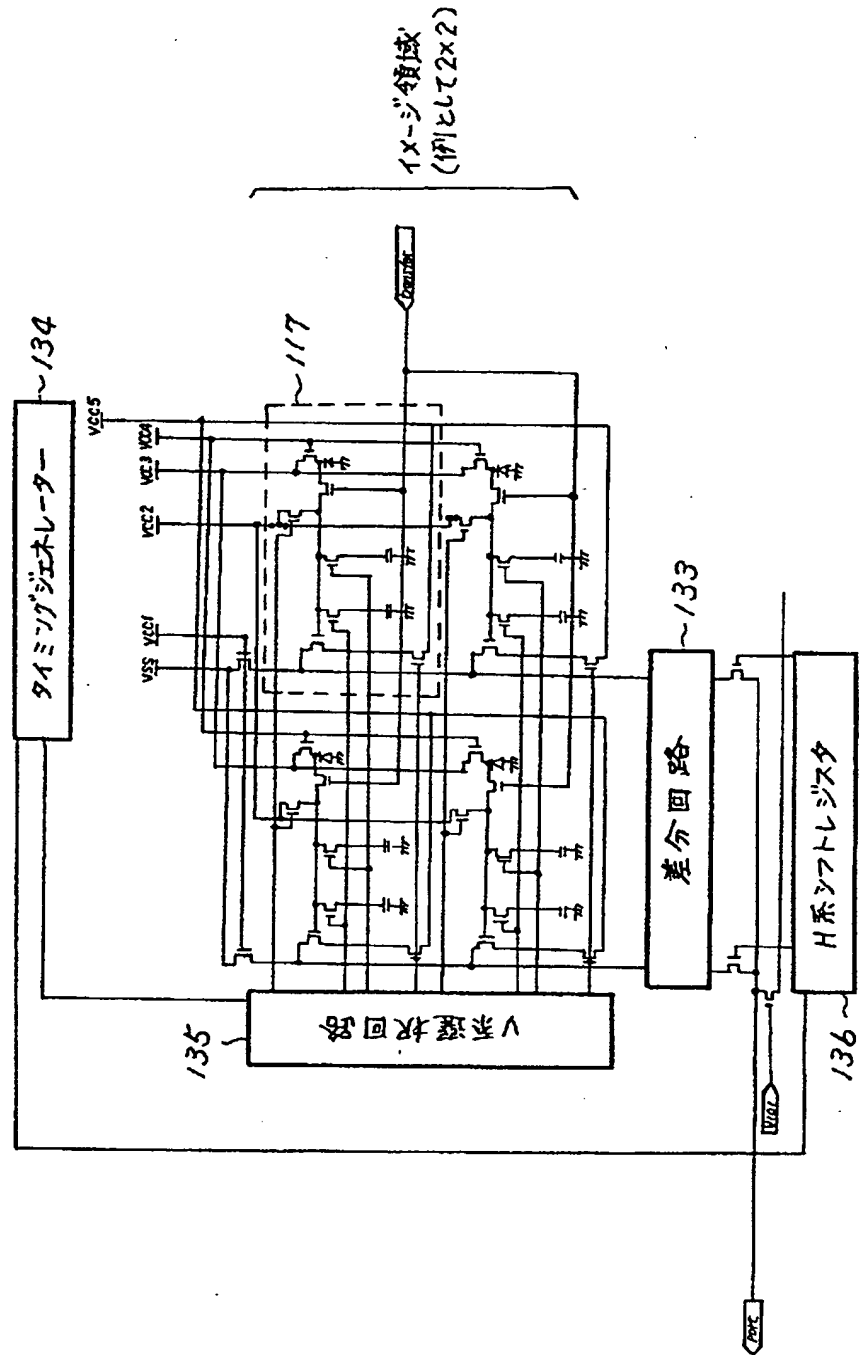
【図2】



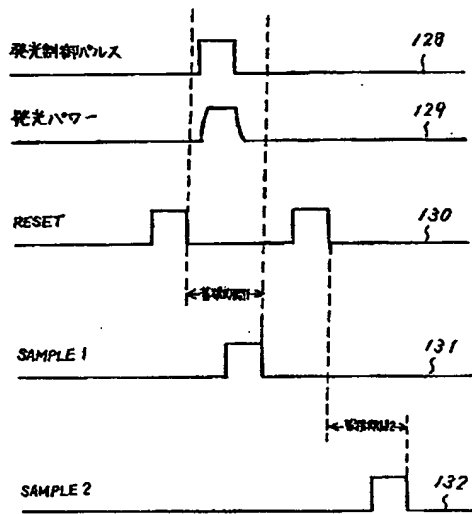
【図16】



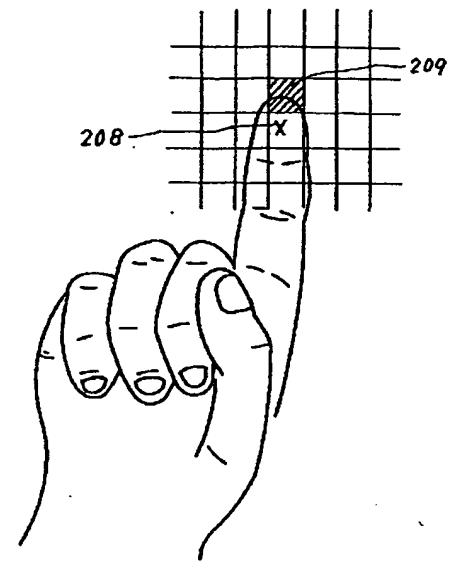
【図3】



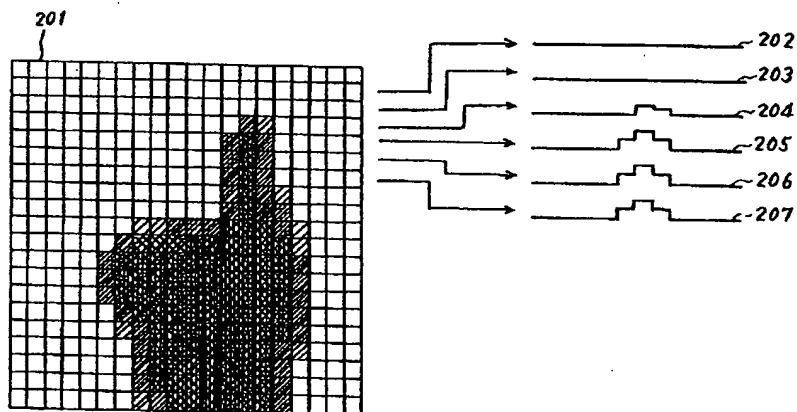
【図5】



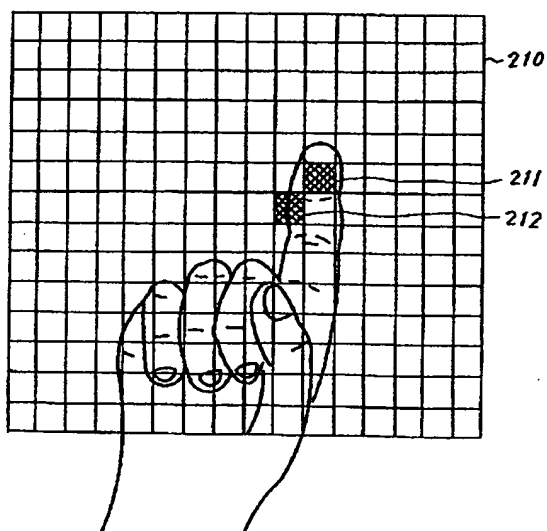
【図7】



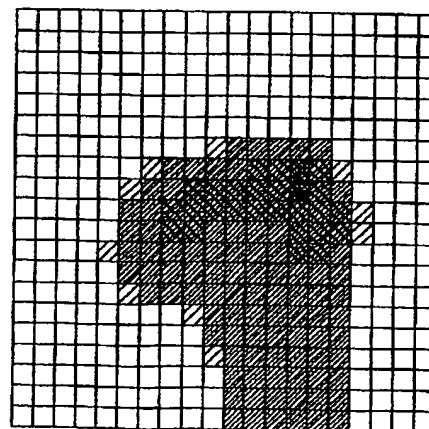
【図6】



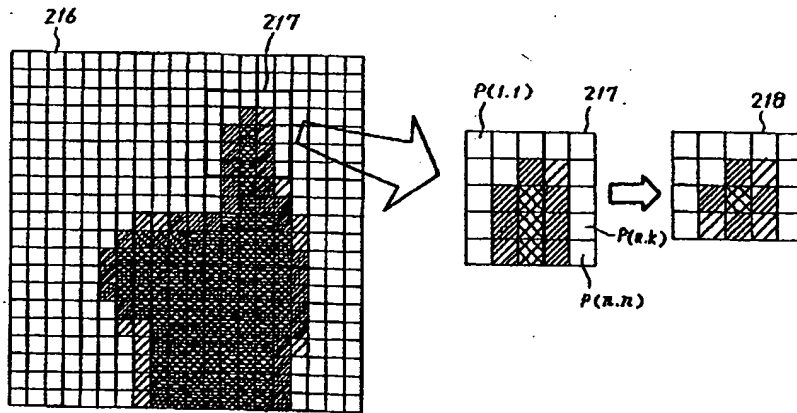
【図8】



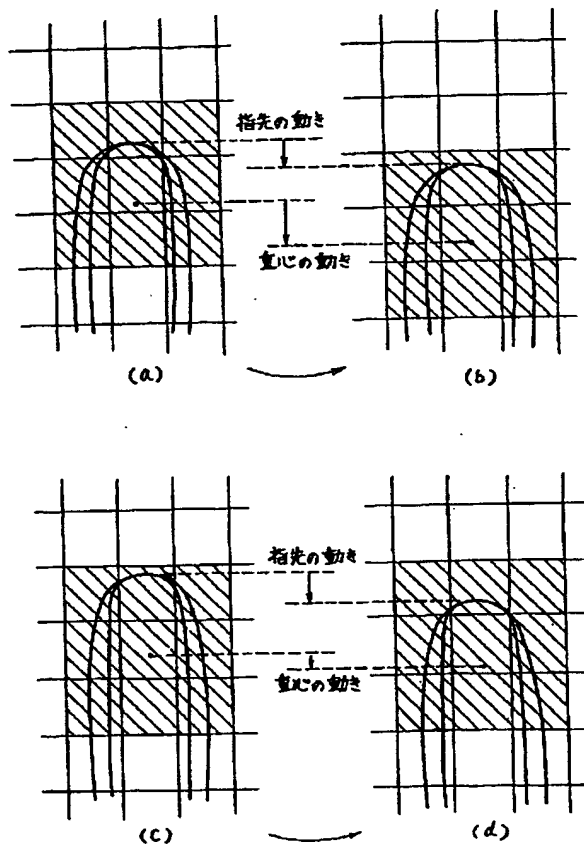
【図18】



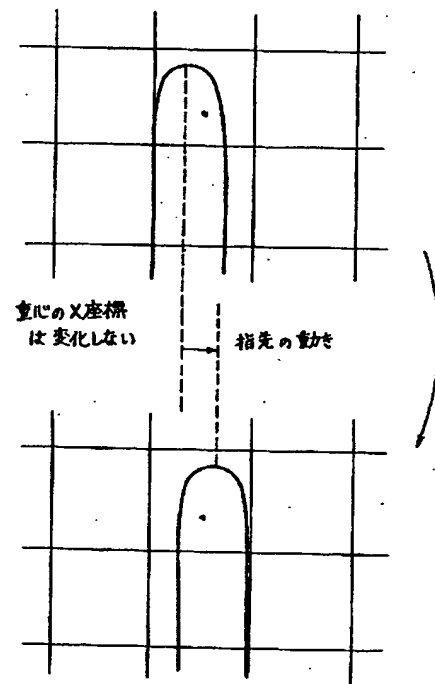
【図10】



【図11】

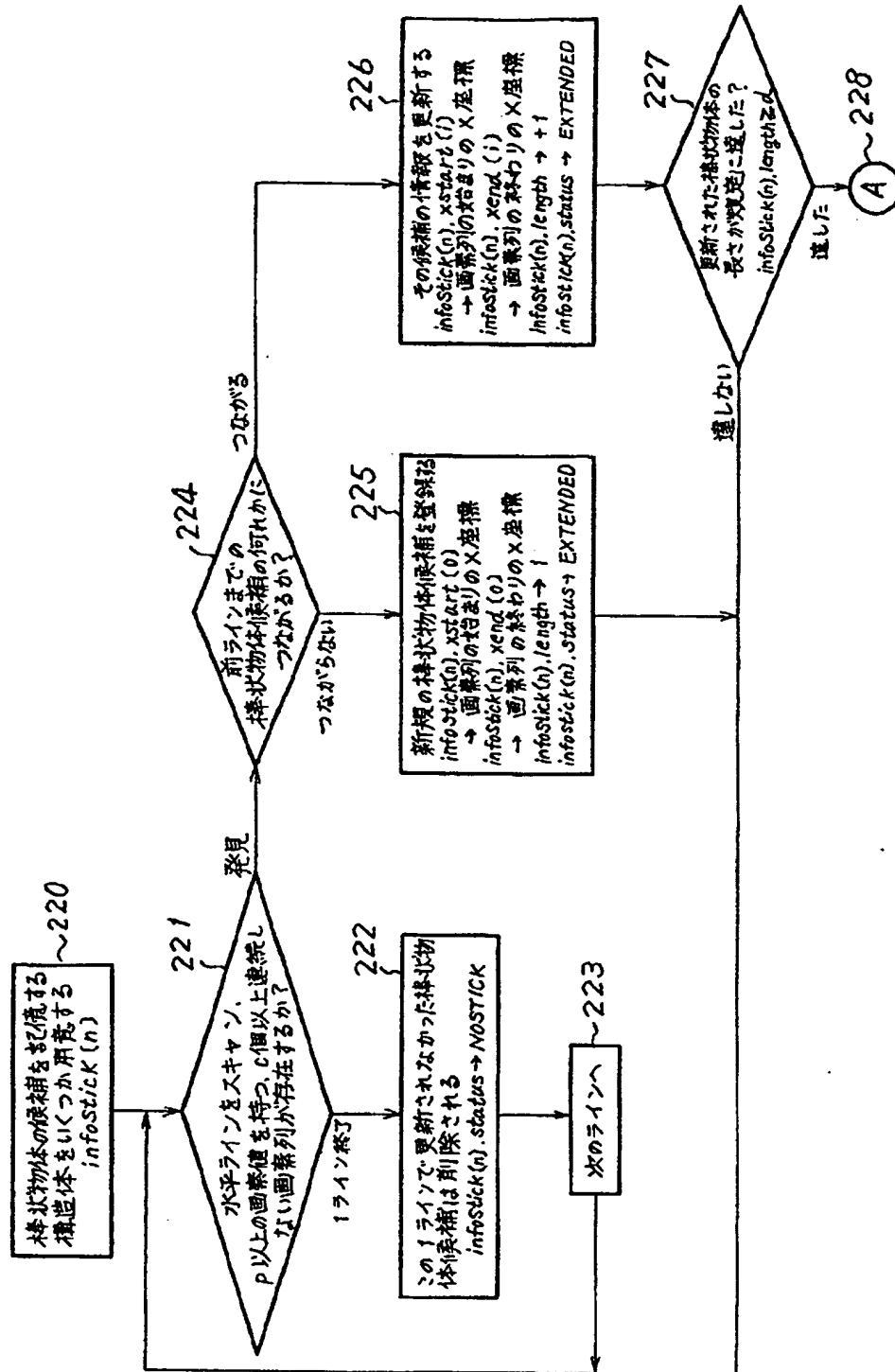


【図12】

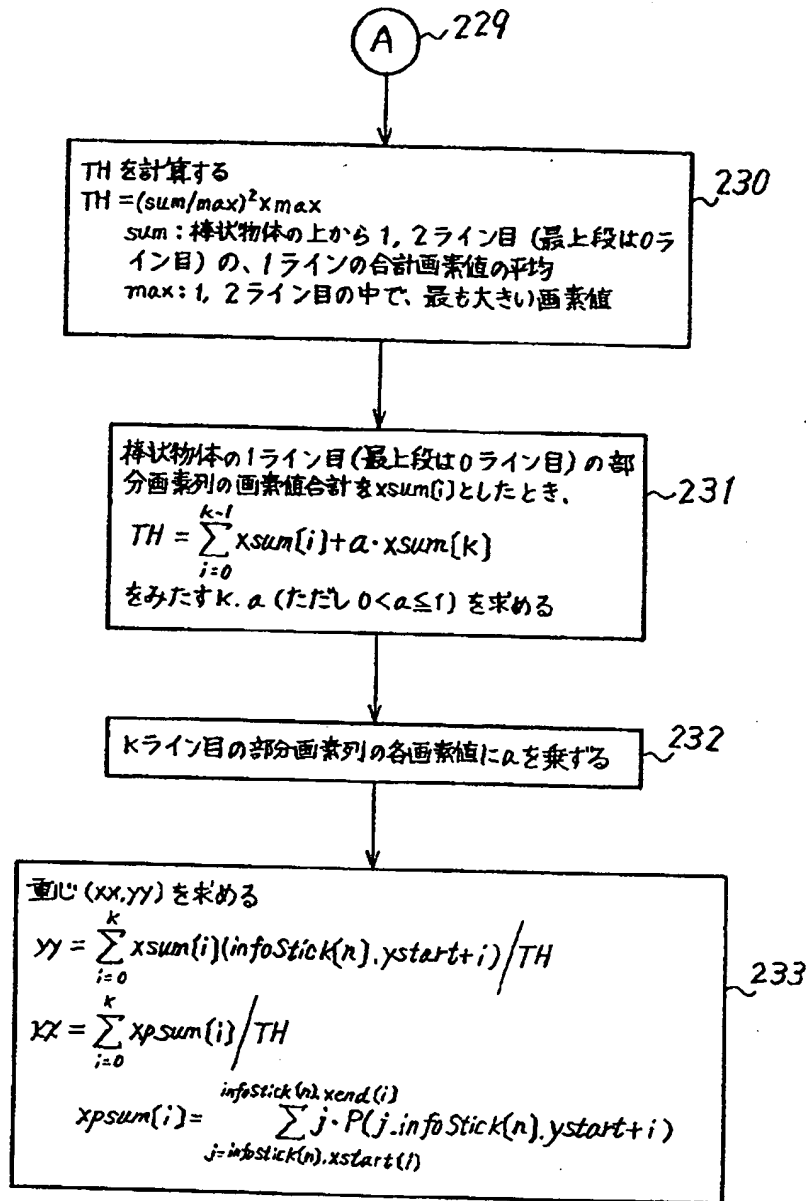




【図13】



【図14】



【図29】

電源オン/オフのための形状図表規則

規則1: 矩形は1つ→ポインティング  
 規則2: 矩形は2つ→2本指  
 規則3: 短形は5つ→5本指

...

ポインティング規則

面積チェック

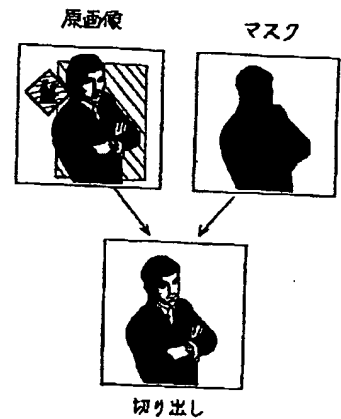
面積  $> a \rightarrow$  握り拳面積  $\leq a \rightarrow NULL$ 

指示生成

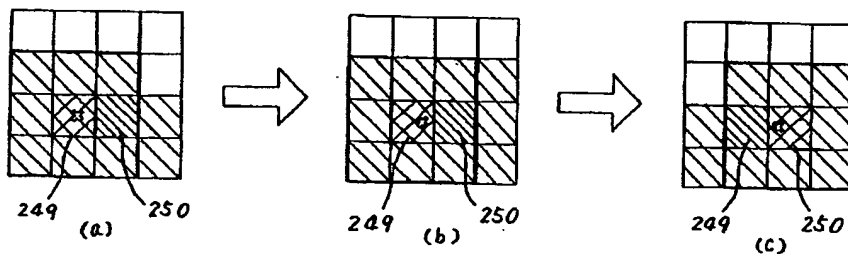
5本指, 握り拳, 2本指→電源切断

2本指, 握り拳, 5本指→電源入

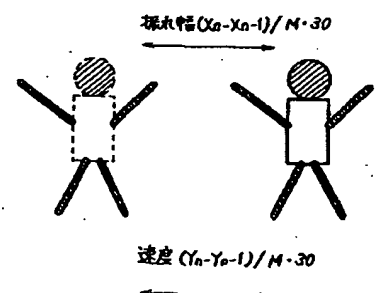
【図48】



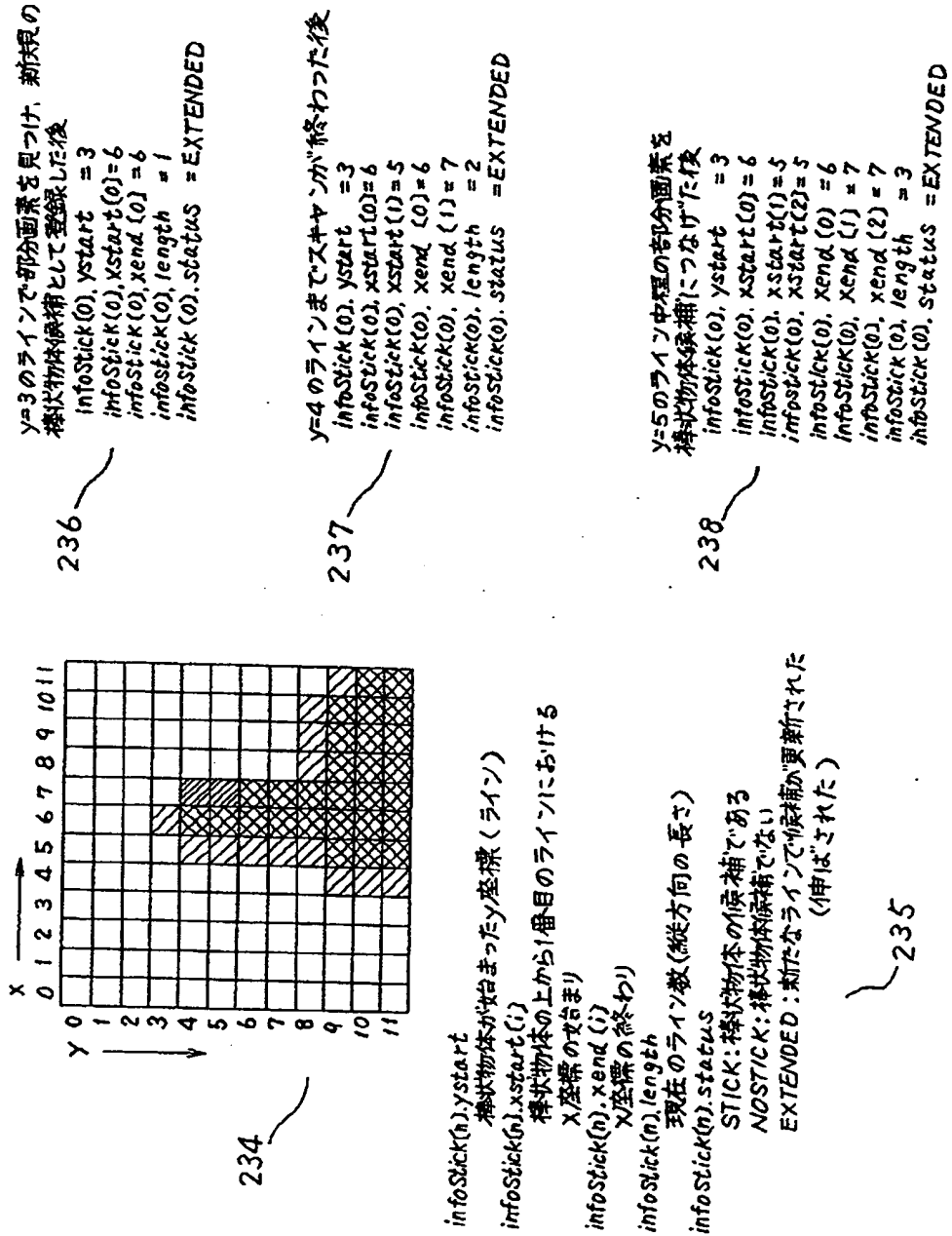
【図20】



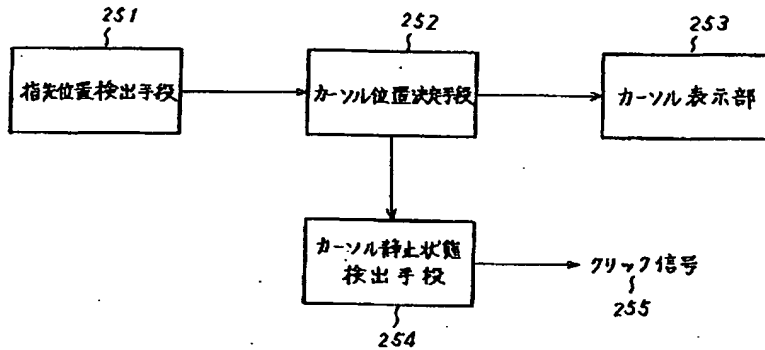
【図38】



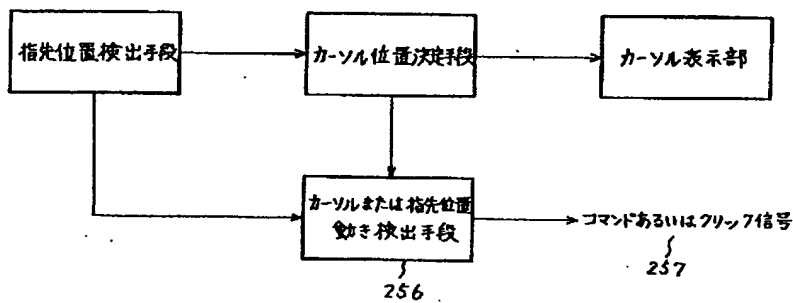
【図15】



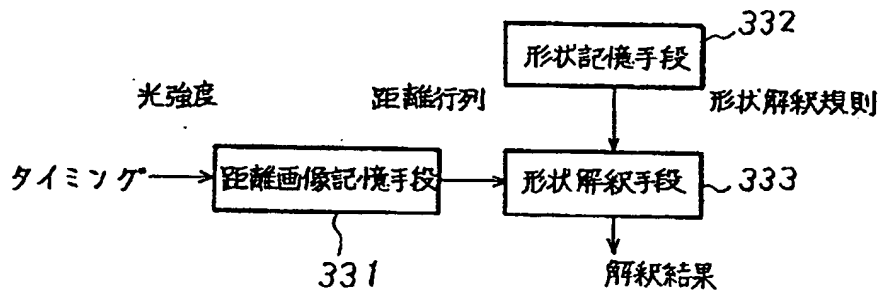
【図21】



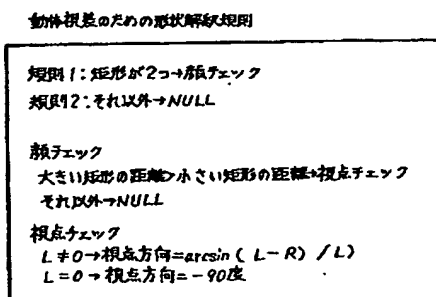
【図22】



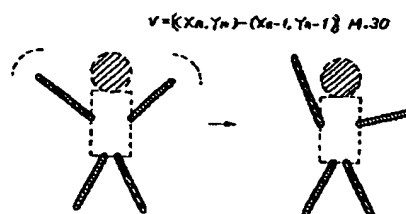
【図23】



【図33】



【図37】



【図26】

ポインティングのための形状解釈規則

規則1: 矩形は1つ→ポインティング  
規則2: 矩形は2つ→2本指操作  
規則3: その他→モーション入力

ポインティング規則

縦横チェック

縦/横=1→オブジェクト選定/前進

縦/横&lt;1→傾きチェック1

縦/横&gt;1→傾きチェック2

傾きチェック1

傾き=0 &amp; 重心上→右旋回

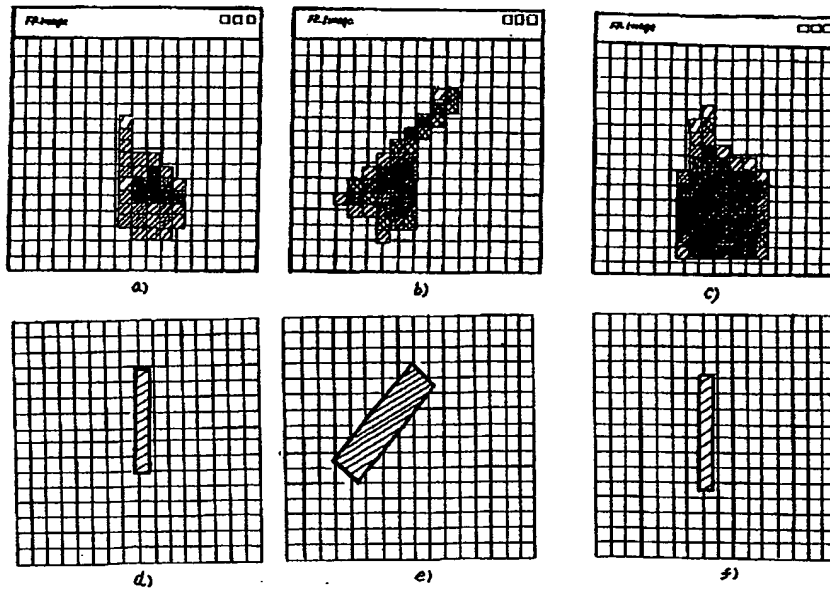
傾き=0 &amp; 重心上→左旋回

傾きチェック2

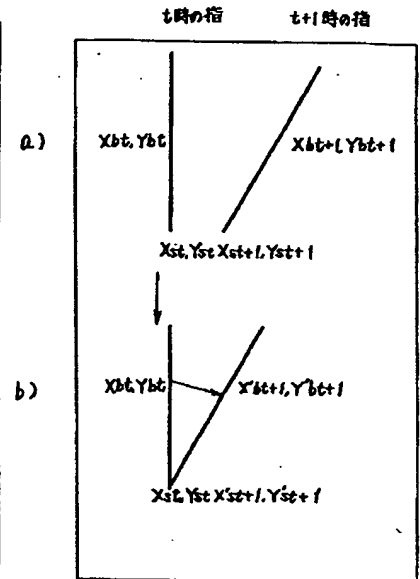
傾き=0 &amp; 重心上→上方旋回

傾き=0 &amp; 重心上→下方旋回

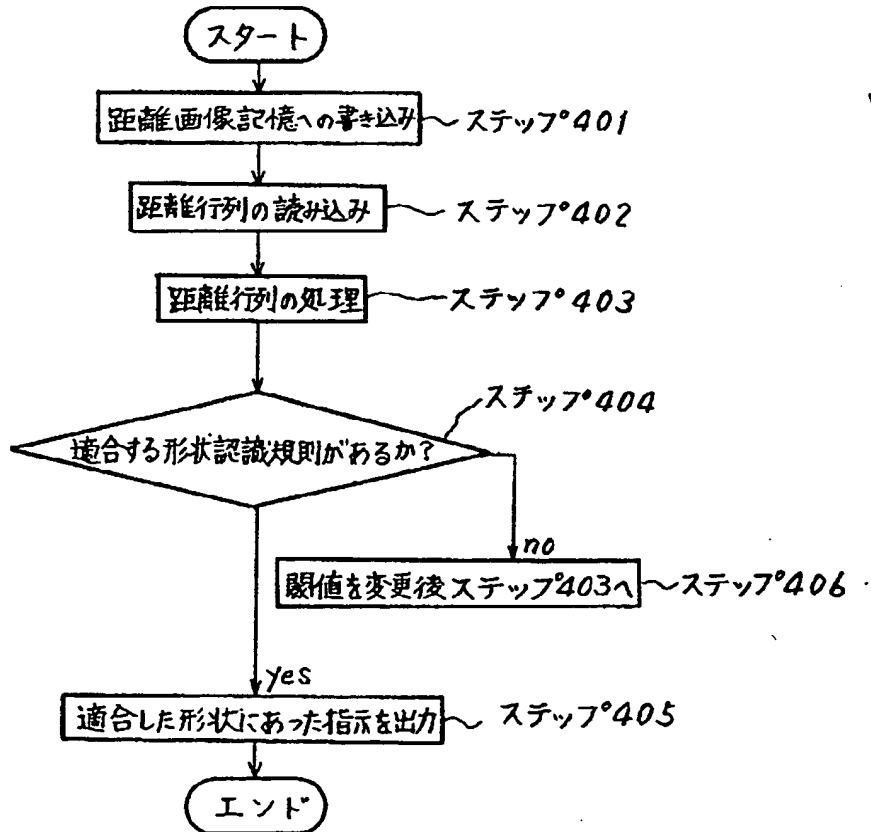
【図24】



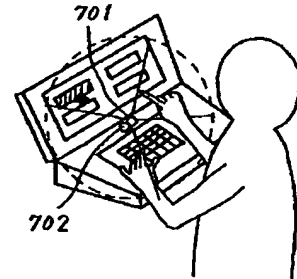
【図39】



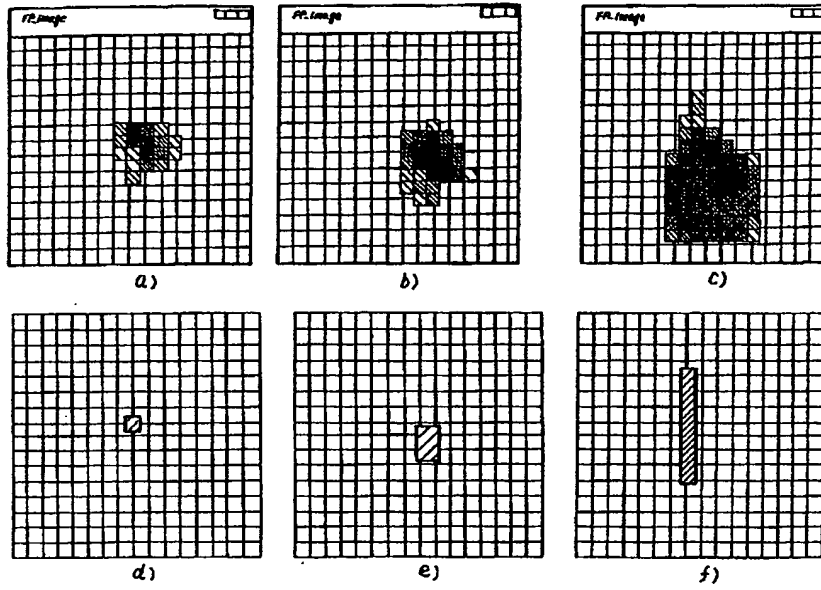
【図25】



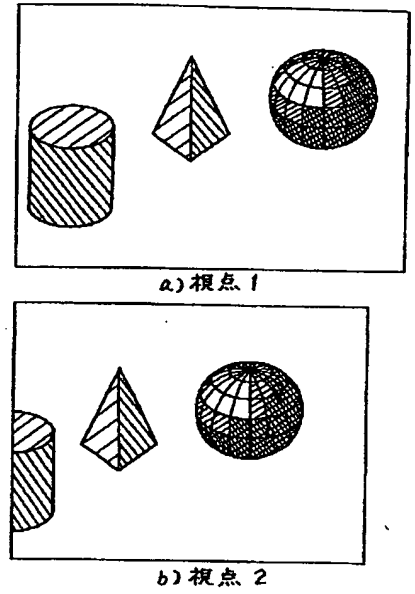
【図74】



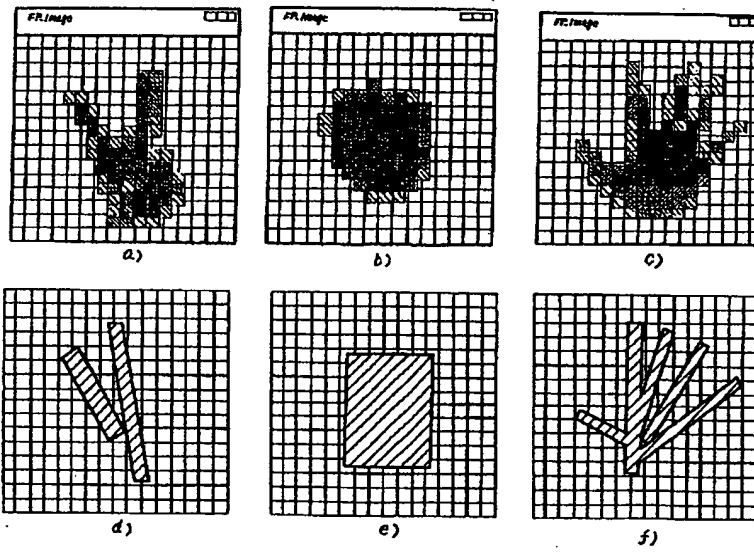
【図27】



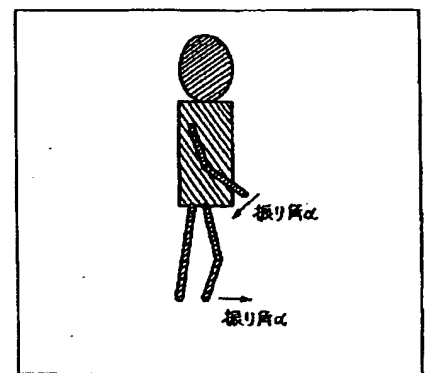
【図31】



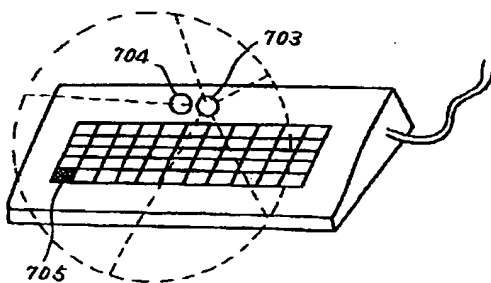
【図28】



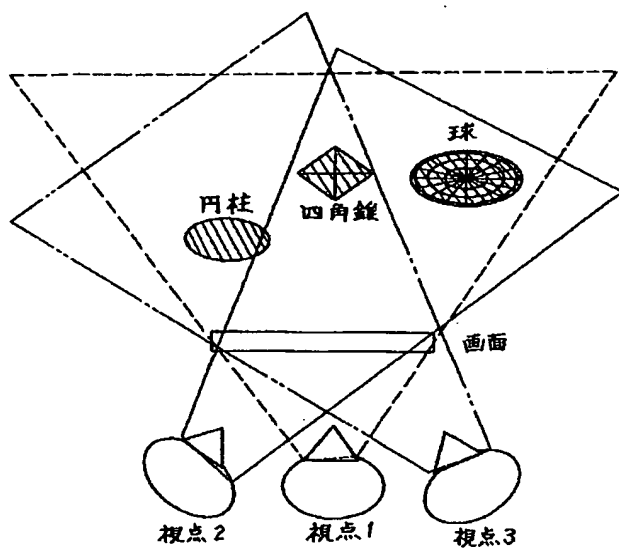
【図40】



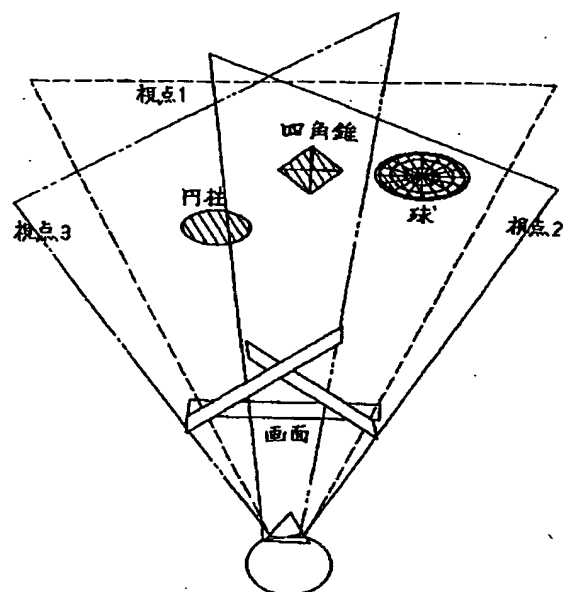
【図75】



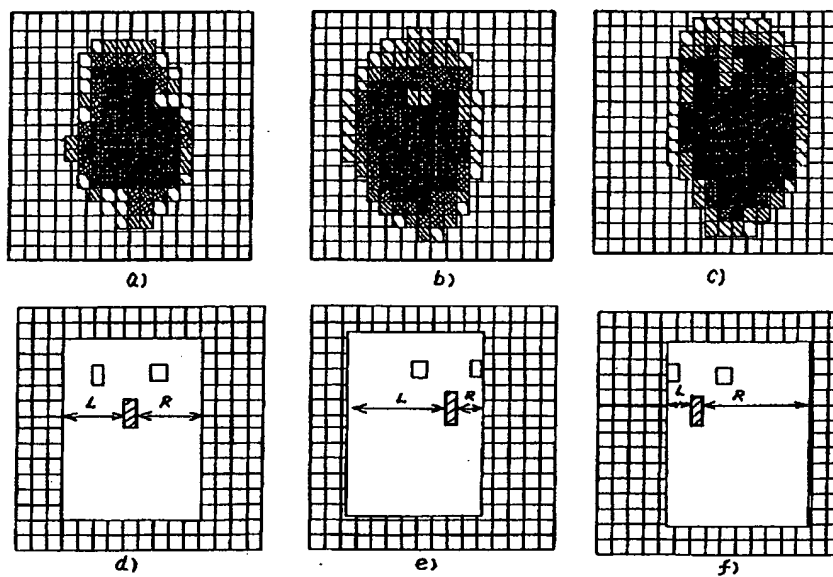
【図30】



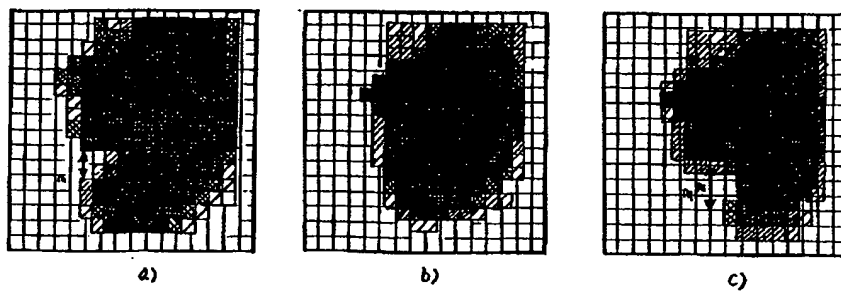
【図34】



【図32】

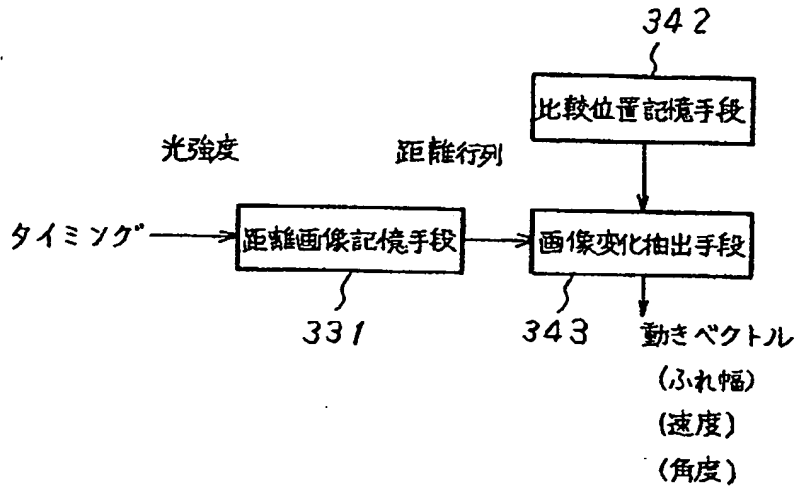


【図42】

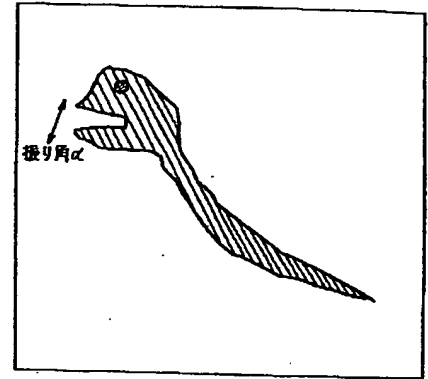




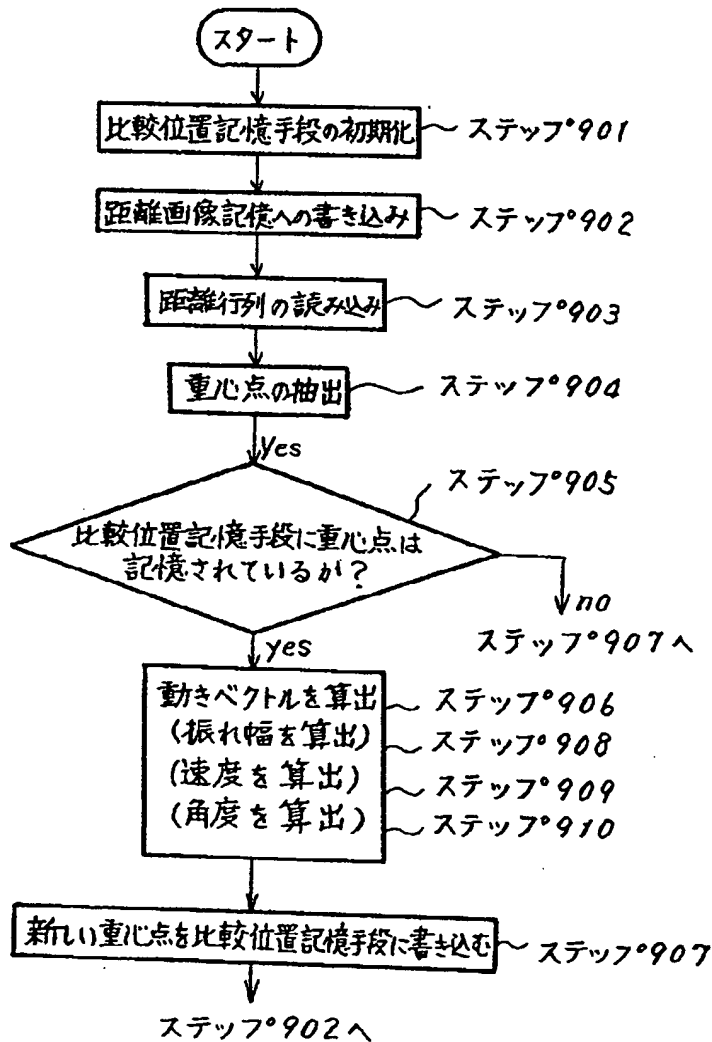
【図35】



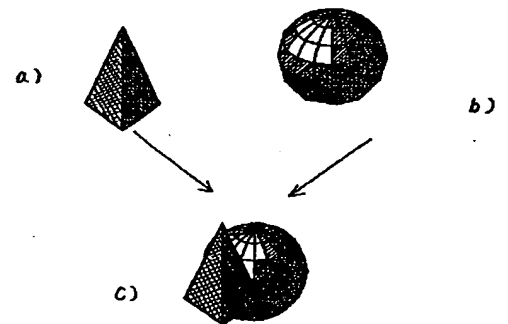
【図41】



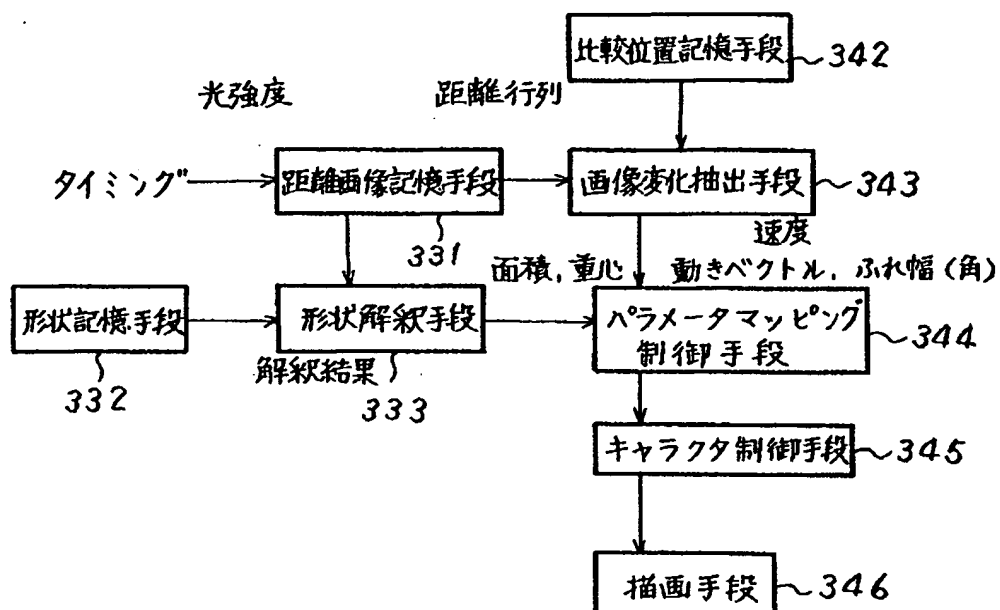
【図36】



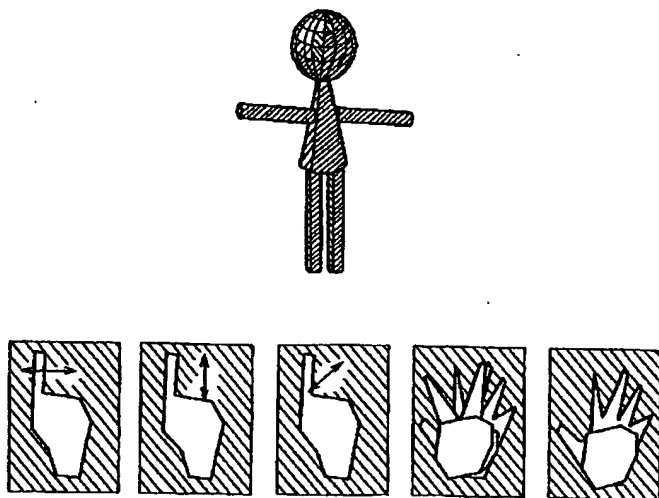
【図56】



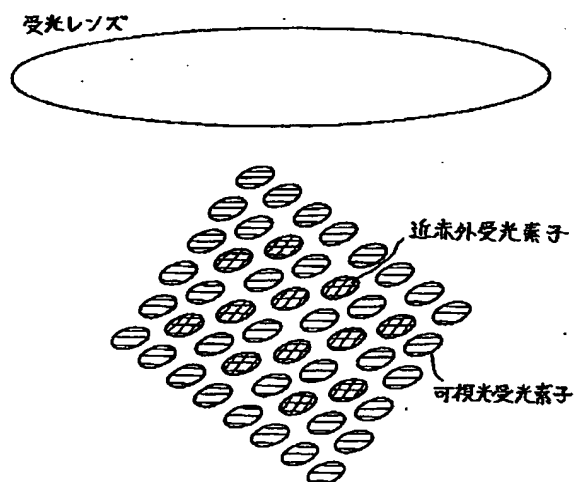
【図43】



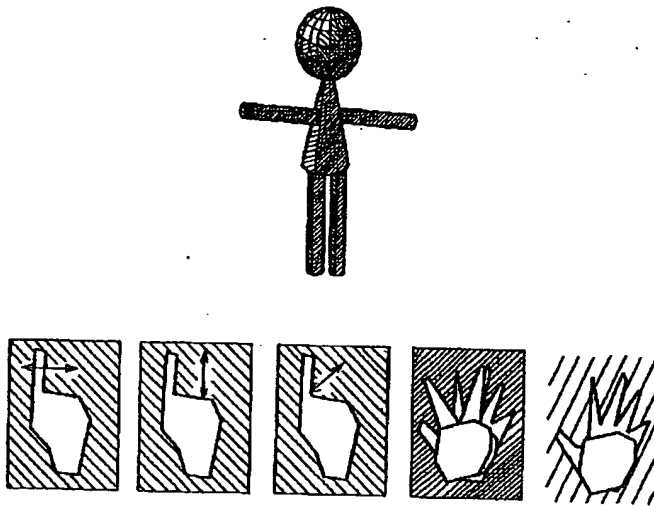
【図44】



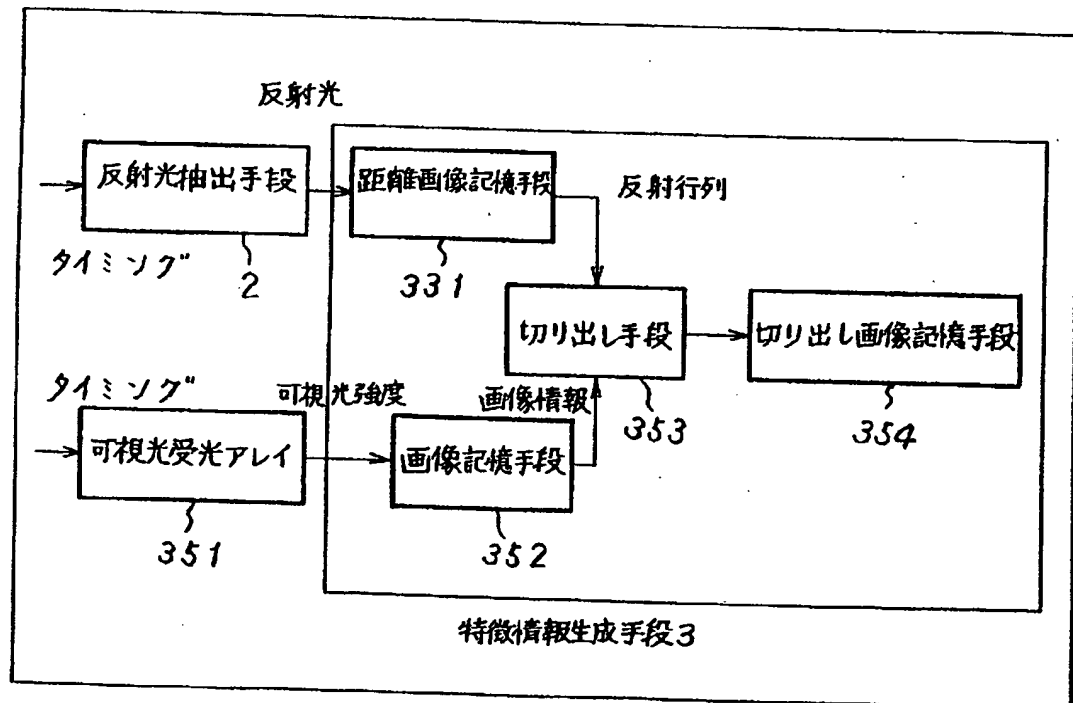
【図47】



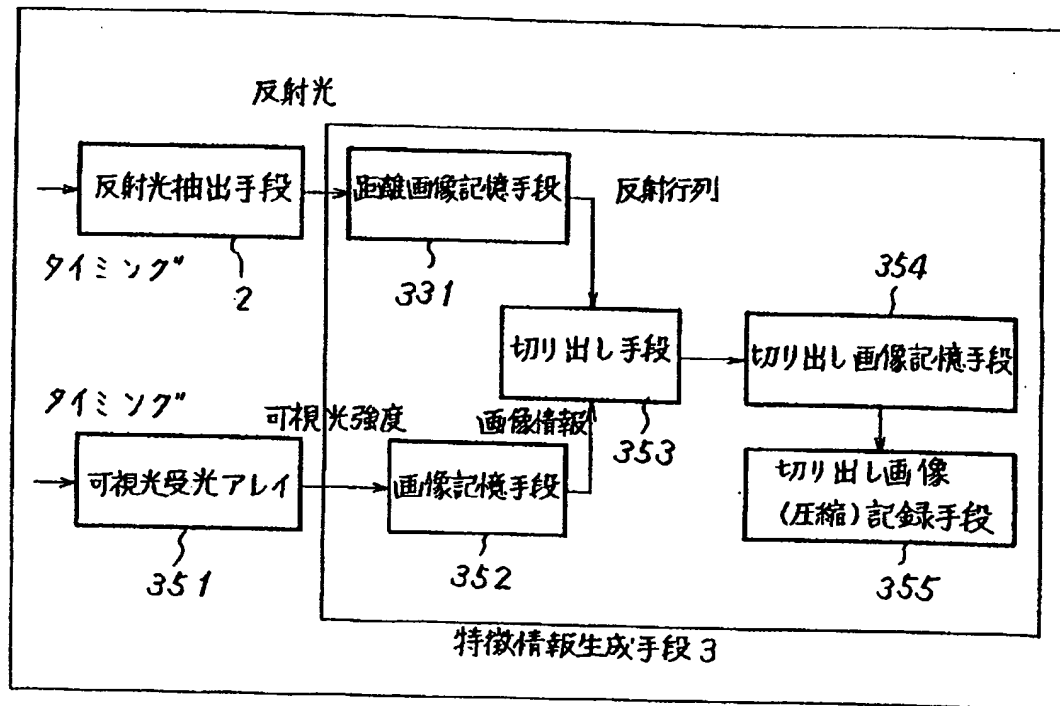
【図45】



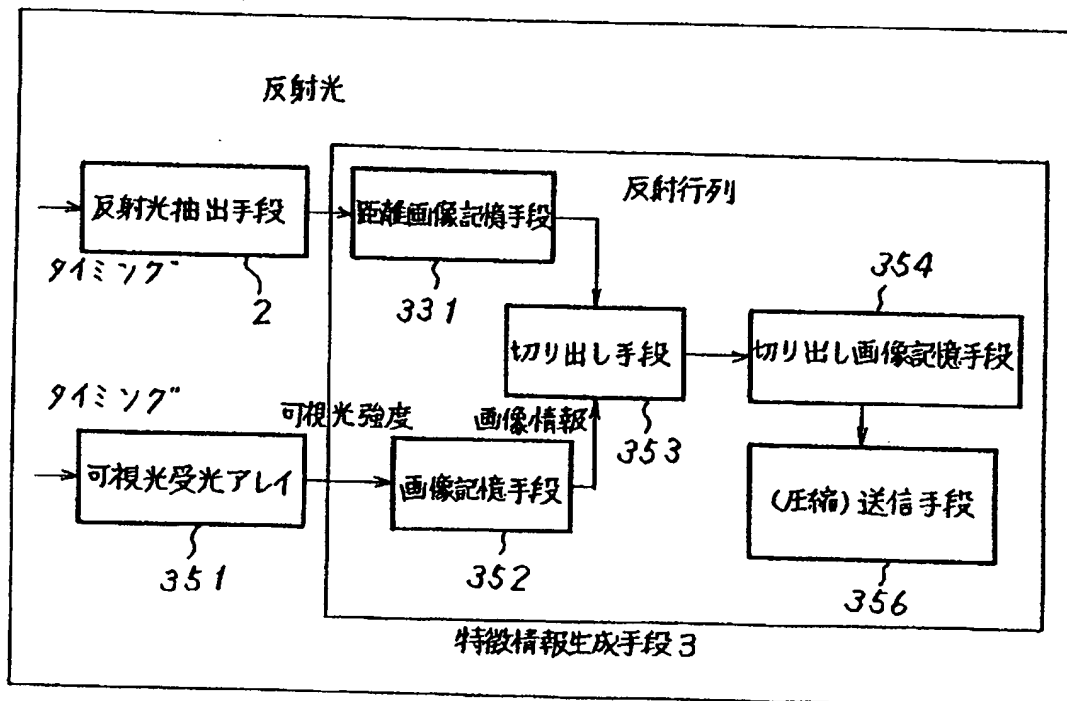
【図46】



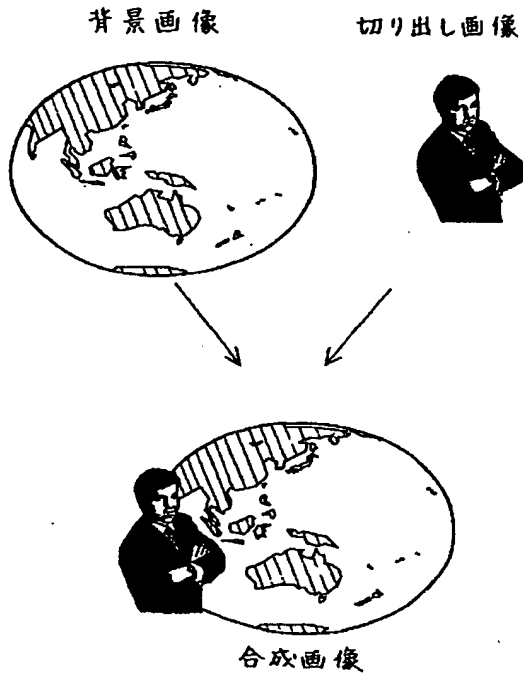
【図49】



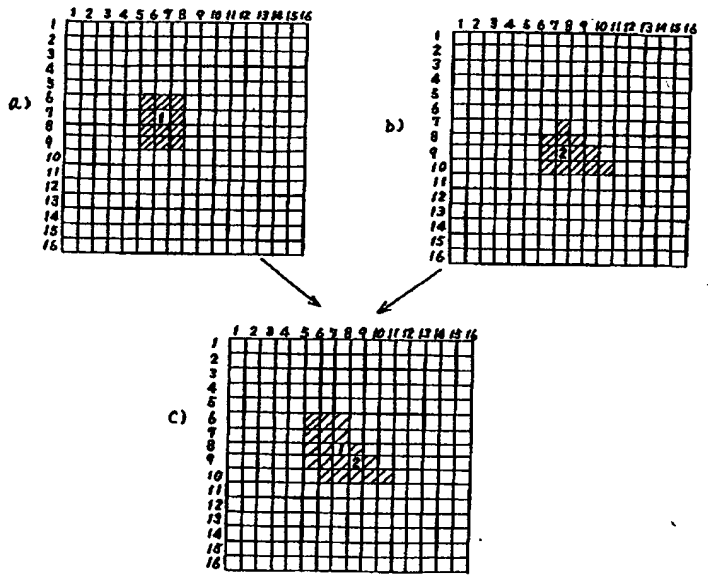
【図50】



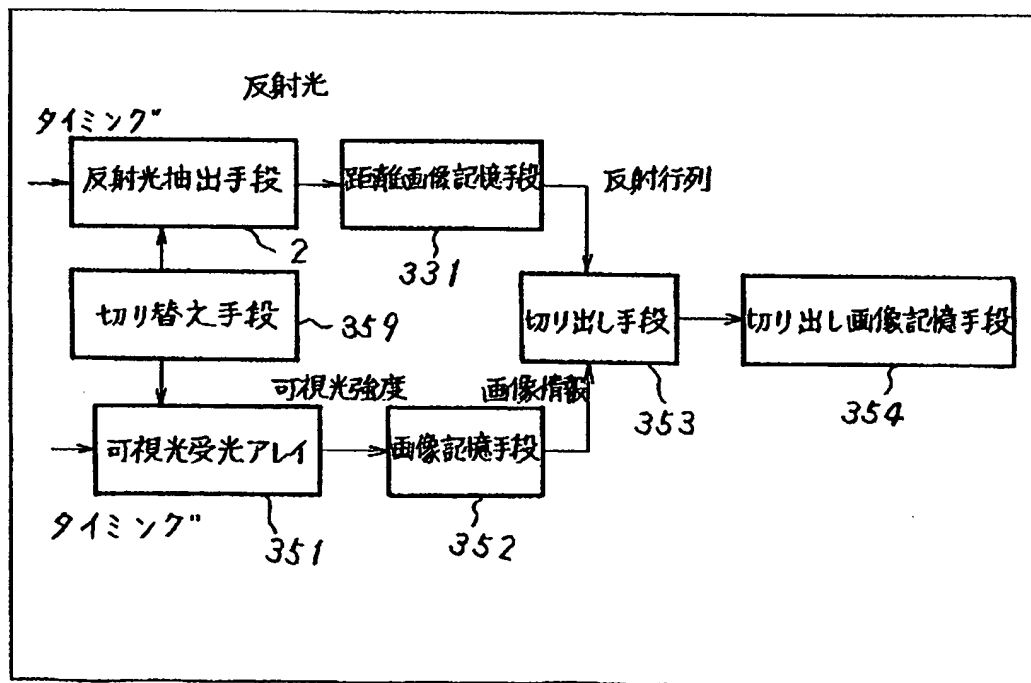
【図51】



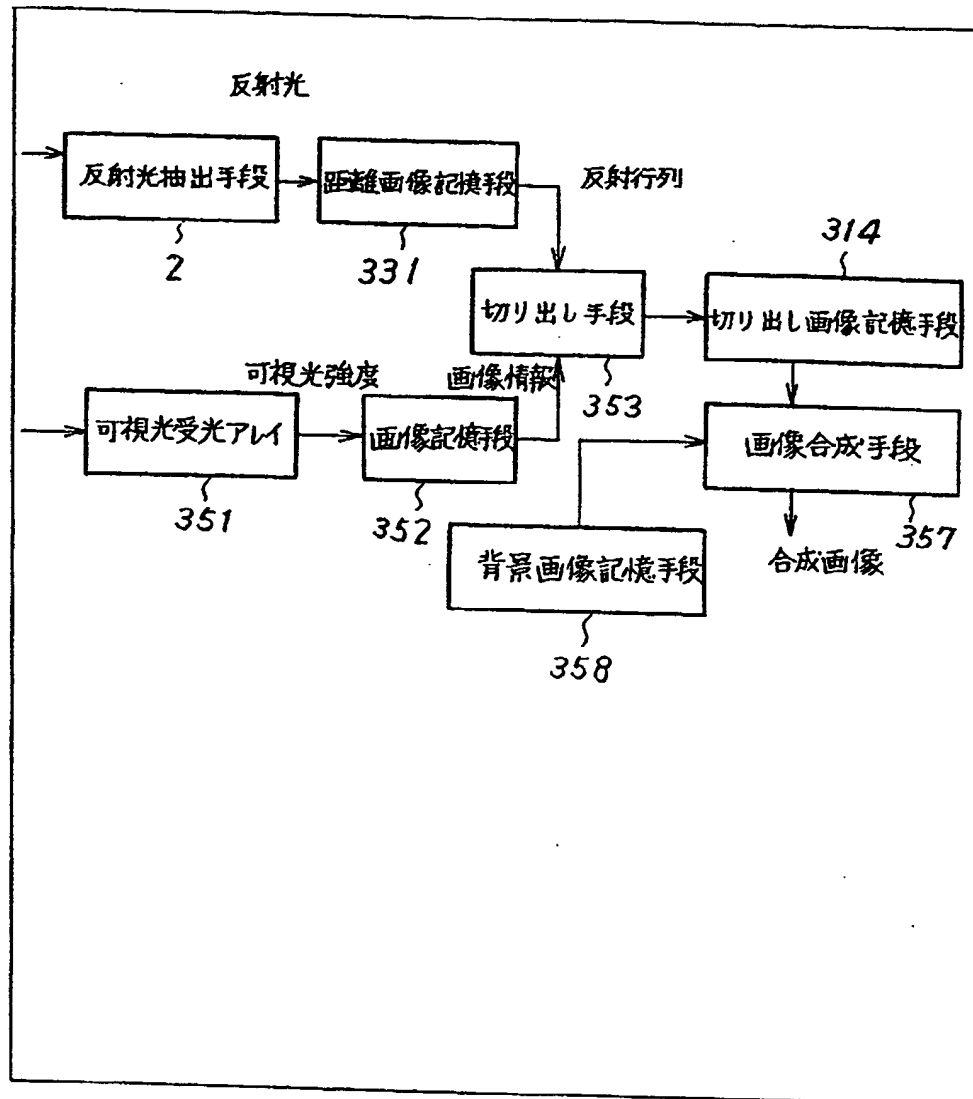
【図55】



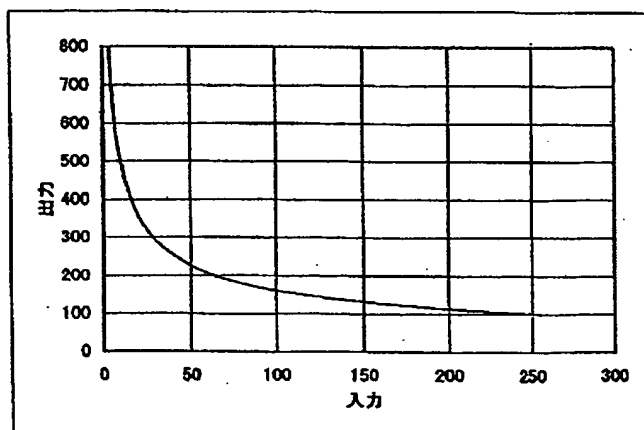
【図53】



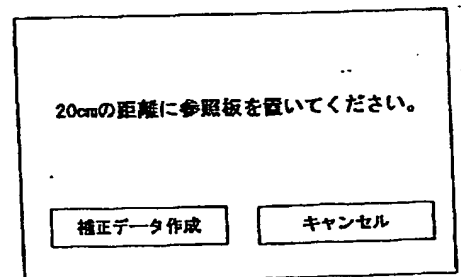
【図52】



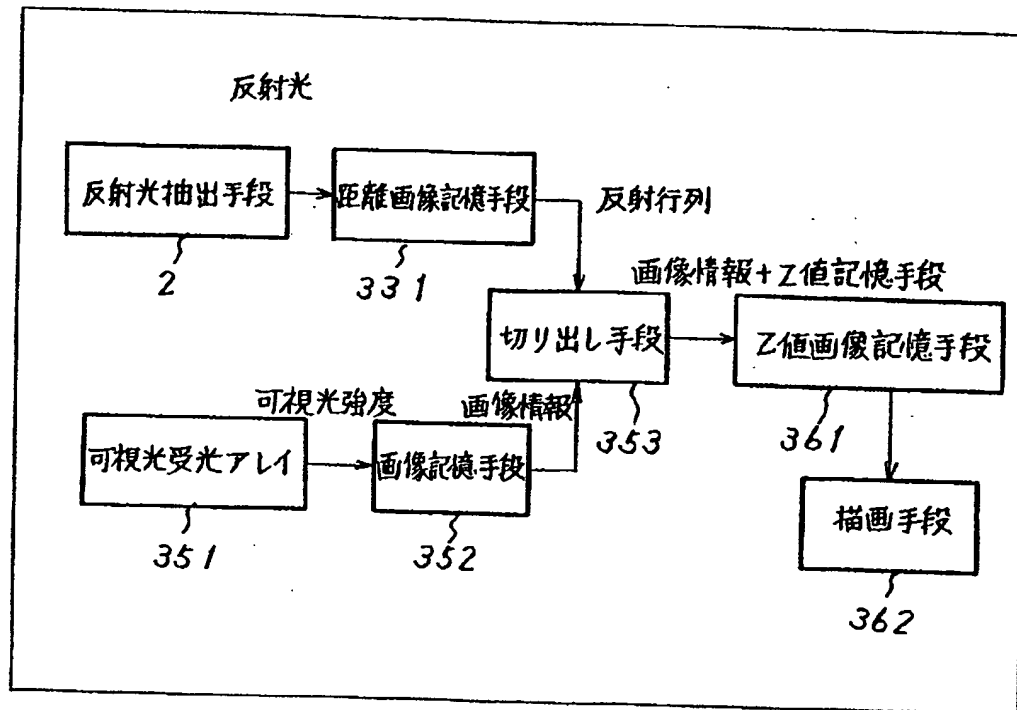
【図62】



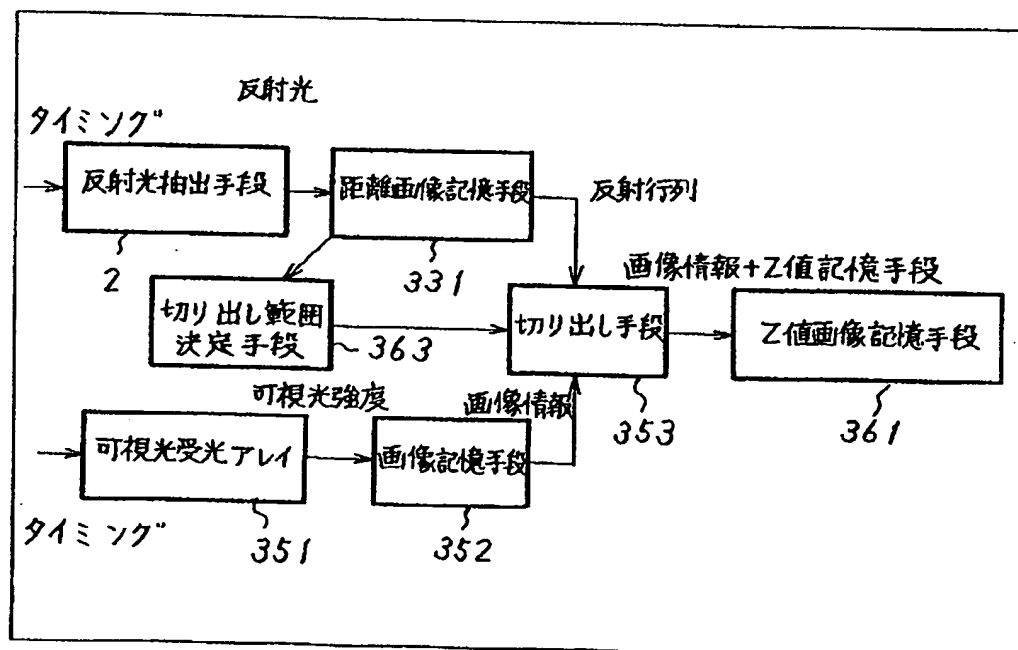
【図71】



【図54】

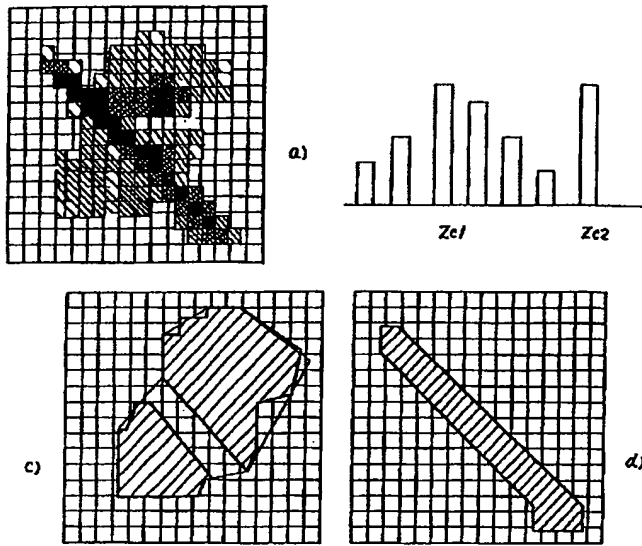


【図57】

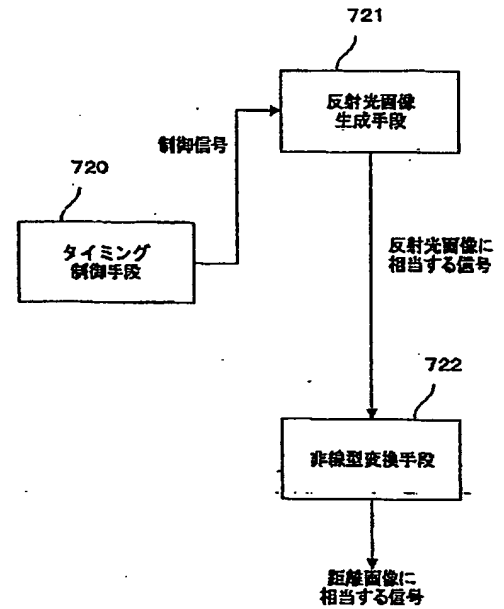




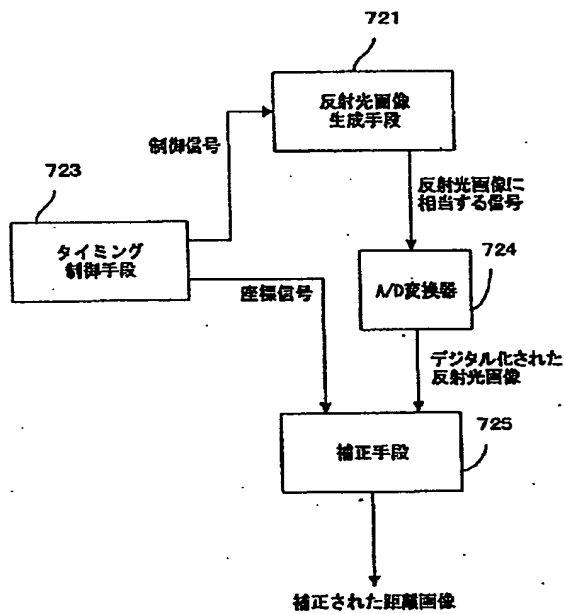
【図58】



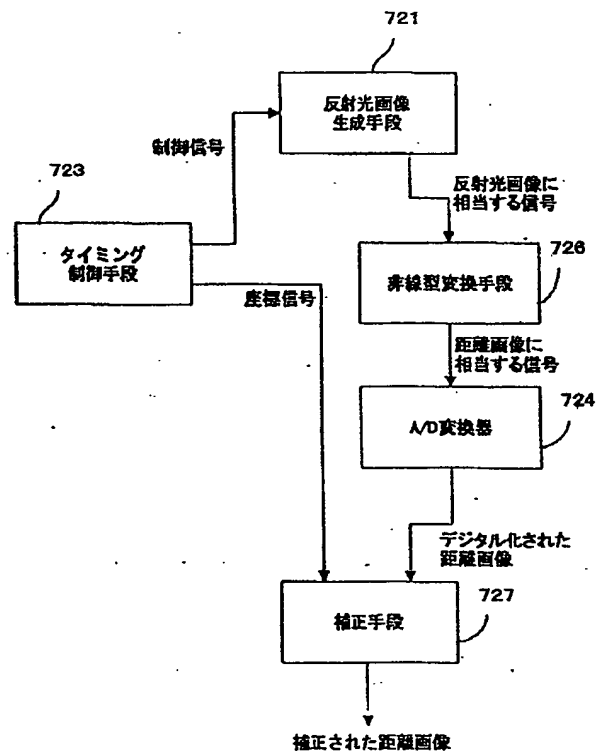
【図59】



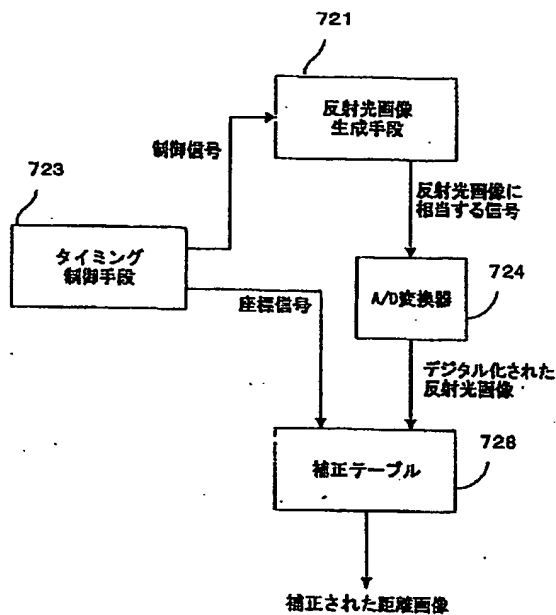
【図60】



【図61】



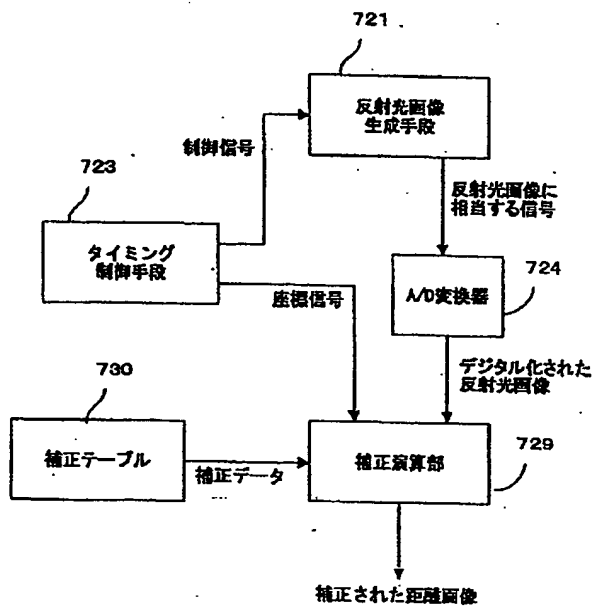
【図63】



【図64】

入力座標	0	1	2	4094	4095
0	255	255	255	255	255
1	255	255	255	255	255
2	255	255	255	255	255
3	255	255	255	255	255
4	255	255	255	255	255
5	255	255	255	255	255
6	255	255	255	255	255
7	255	255	255	255	255
8	255	255	255	255	255
99	39	37	40	39	39
100	38	36	39	37	38
101	38	36	39	37	38
102	37	35	38	36	37
103	37	35	38	36	37
104	36	34	37	35	36
105	36	34	37	35	36
106	35	33	36	34	35
107	35	33	36	34	35
108	34	32	35	34	34
109	34	32	35	33	34
247	1	0	2	1	1
248	1	0	2	1	1
249	1	0	2	1	1
250	1	0	2	1	1
251	1	0	2	0	1
252	0	0	1	0	0
253	0	0	1	0	0
254	0	0	1	0	0
255	0	0	1	0	0

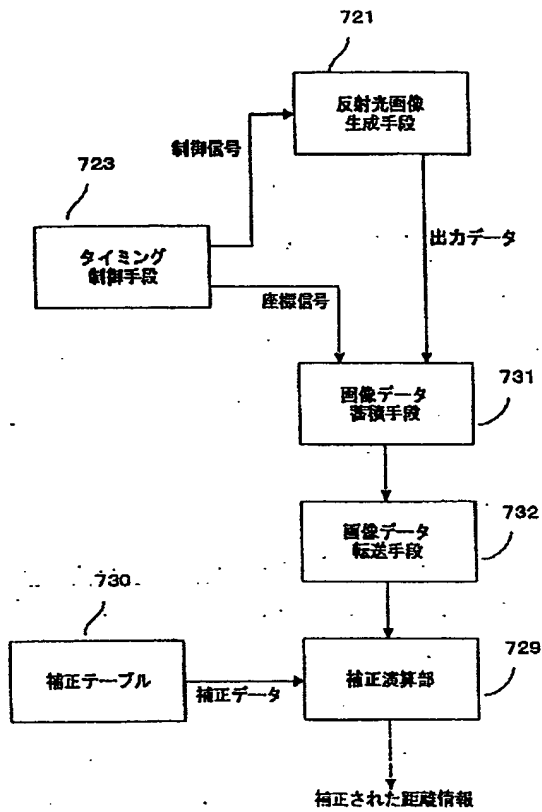
【図65】



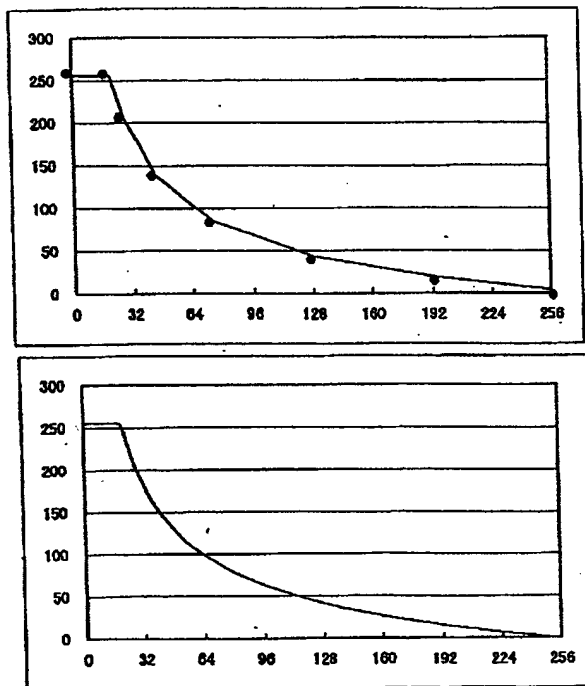
【図66】

入力座標	0	1	2	4094	4095
0	255	255	255	255	255
8	296	290	283	298	296
16	191	187	188	193	191
24	144	141	141	146	144
32	118	114	113	118	118
40	97	95	94	99	97
48	83	82	80	85	83
56	72	71	68	74	72
64	64	62	61	68	64
72	58	55	53	58	56
80	50	49	47	52	50
88	45	44	42	47	45
96	40	39	37	42	40
104	36	35	33	38	38
112	32	32	29	34	32
120	29	29	26	31	29
128	26	26	23	28	26
136	24	23	21	26	24
144	21	21	18	23	21
152	18	18	16	21	19
160	17	16	14	19	17
168	15	15	12	17	15
176	13	13	10	15	13
184	11	11	8	13	11
192	10	10	7	12	10
200	8	8	5	10	8
208	7	7	4	9	7
216	6	5	3	8	6
224	4	4	1	6	4
232	3	3	0	5	3
240	2	2	0	4	2
248	1	1	0	3	1
255	0	0	0	2	0

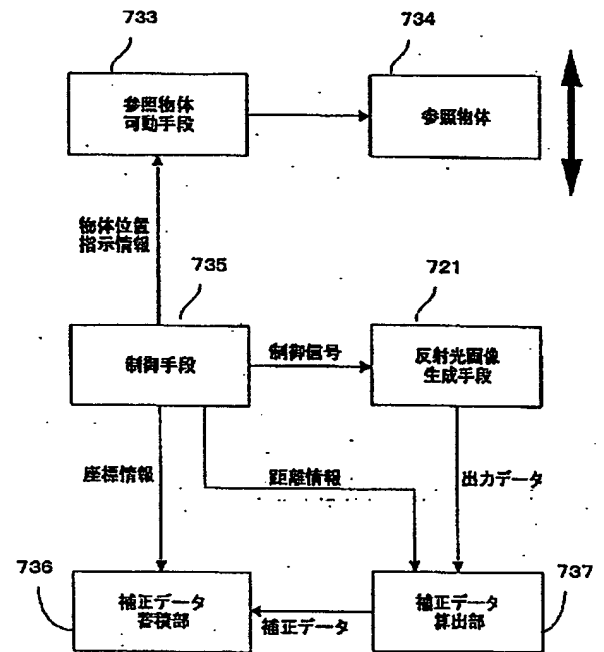
【図67】



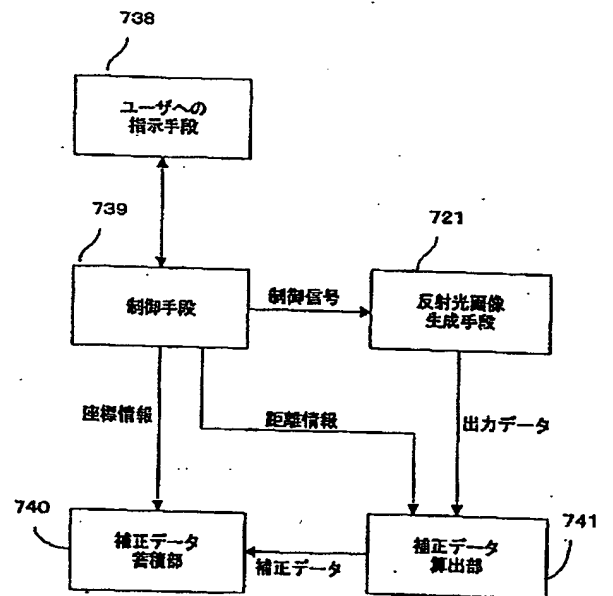
【図69】



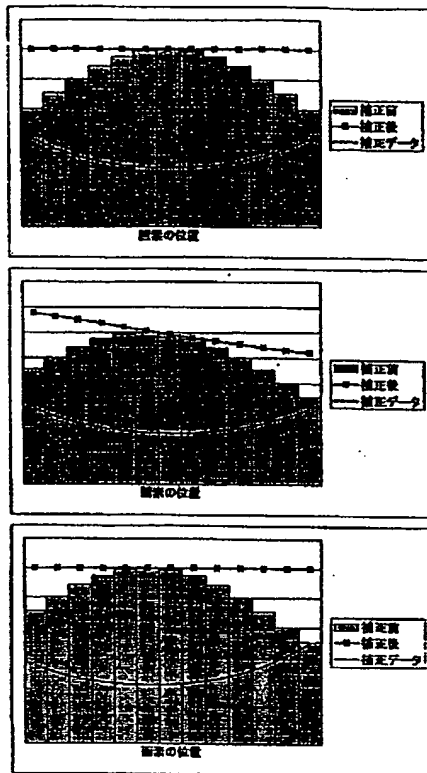
【図68】



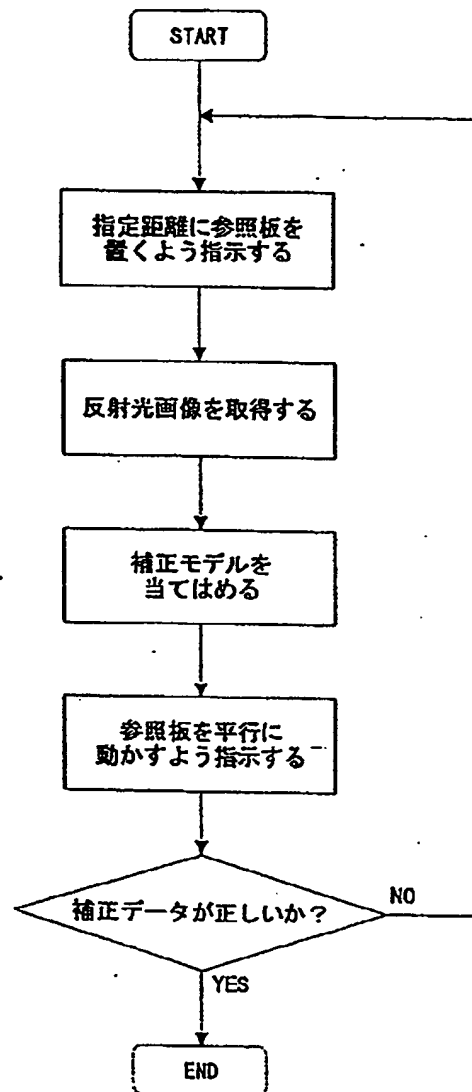
【図70】



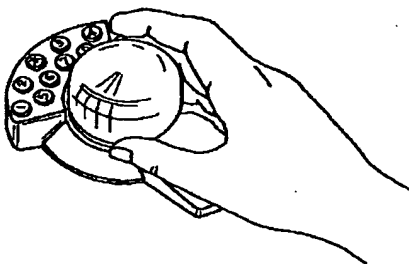
【図72】



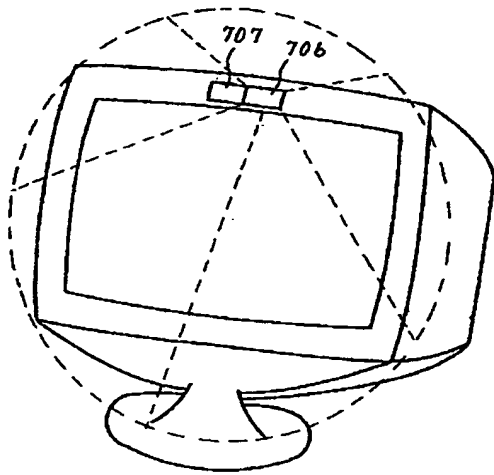
【図73】



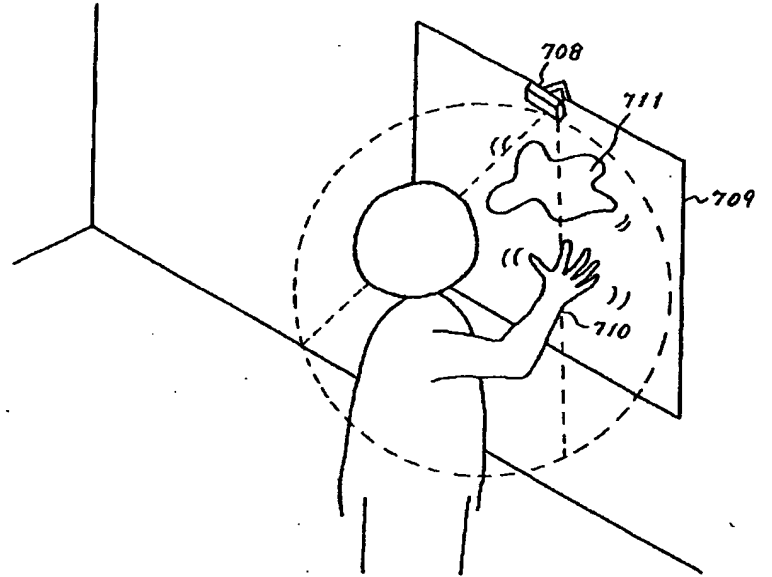
【図80】



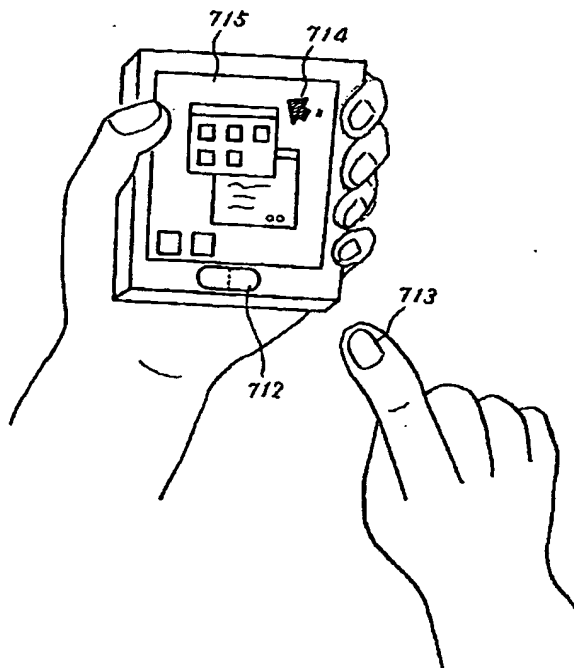
【図76】



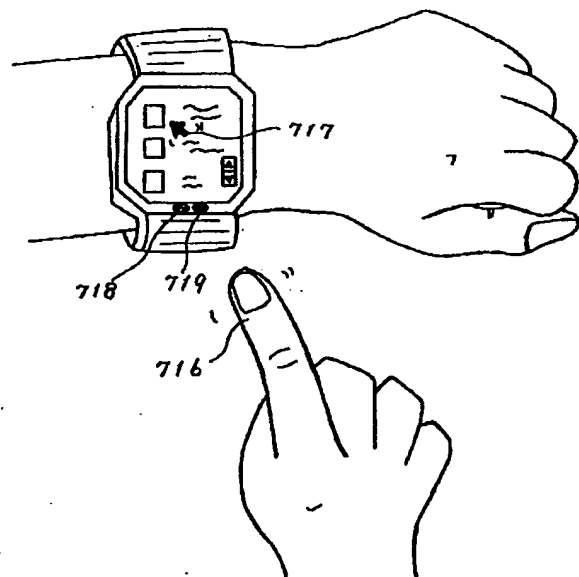
【図77】



【図78】



【図79】



フロントページの続き

(72)発明者 梅木 直子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 三浦 浩樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内